

# 電子投票機制運用於公民投票之研究

-以簡易按鍵式、螢幕觸控式及光學掃描電子投票機設計為例

受委託單位：財團法人資訊工業策進會

研究主持人：蕭聿廷

中央選舉委員會委託研究

中華民國 108 年 12 月 18 日

## 目 錄

壹、前言 .....	1
貳、研究方法與進度說明 .....	2
參、我國《公民投票法》與國外電子投票機相關規範.....	7
肆、國外電子投票機採用概況.....	13
伍、美國、印度、菲律賓電子投票機使用分析.....	20
陸、研究發現.....	49
柒、建議事項.....	53
捌、結論 .....	70
玖、附件 .....	74
拾、參考書目 .....	122

## 表目錄

表 1 實際執行進度 .....	3
表 2 專案進度表.....	5
表 3 查核點執行概述 .....	6
表 4 各國放棄使用電子投票機原因 .....	18
表 5 印美菲電子投票機制比較 .....	36
表 6 單一投開票選務人力成本 .....	55
表 7 印美菲電子投票機與本國雛型電子投票機比較 .....	64
表 8 電子投票機採用評估 .....	66
表 9 受測人員資料表 .....	90

## 圖目錄

圖 1 專案研究.....	2
圖 2 使用者導向研究模式 .....	2
圖 3 甘特圖與執行進度 .....	5
圖 4 美國各州電子投票機採用狀況 .....	14
圖 5 美洲使用電子投票機國家 .....	15
圖 6 歐洲停用電子投票機國家 .....	17
圖 7 亞洲使用電子投票機國家 .....	18
圖 8 各國使用電子投票機遭遇問題原因及預防做法 .....	19
圖 9 印度 EVM.....	20
圖 10 VVPAT 與投票單元 .....	21
圖 11 ACCUVOTE®TSX 投票機示意圖－插入選民存取卡.....	23
圖 12 ACCUVOTE®TSX 投票機示意圖－選擇語言與服務 .....	23
圖 13 ACCUVOTE®TSX 投票機示意圖－進行投票選擇 .....	24
圖 14 ACCUVOTE®TSX 投票機示意圖－確認選擇 .....	24
圖 15 IVOTRONIC 投票機示意圖－語言選擇.....	25
圖 16 IVOTRONIC 投票機示意圖－進行投票選擇.....	25
圖 17 IVOTRONIC 投票機示意圖－選舉結果確認.....	26
圖 18 菲律賓 VCM .....	26
圖 19 菲律賓以紙本選票進行勾選 .....	27
圖 20 菲律賓電子投票機掃描辨識選票 .....	28
圖 21 菲國電子投票機印出收據 .....	28
圖 22 滴印墨水避免重複投票 .....	28
圖 23 投票機操作模式 .....	32
圖 24 印度紙式選單(左)與 EVM(右)選單比較 .....	44
圖 25 印度各地導入電子投票機時間 .....	45
圖 26 美國觸控式電子投票機插卡啟動.....	52
圖 27 電子投票機三種原型機 .....	60

圖 28 電子投票機易用性測試流程 .....	61
圖 29 電子投票機易用性操作任務實測 .....	61
圖 30 電子投票機易用性操作成績排序 .....	62
圖 31 中選會開發電子投票雛型機 .....	64
圖 32 人物誌研究方法 .....	75
圖 33 電子投票機易用性測試流程 .....	75
圖 34 電子投票機資安規範要求研析 .....	76
圖 35 研究方法與步驟流程圖 .....	78
圖 36 SMARTMATIC 電子投票機說明會 .....	79
圖 37 選舉 360 平台說明 .....	80
圖 38 法規架構與自動化程度搭配 .....	81
圖 39 菲國使用電子投票機機型 .....	82
圖 40 安勤說明電子投票解決方案 .....	83
圖 41 安勤觸控式電子投票機與列印掃描機 .....	84
圖 42 安勤選舉解決方案 .....	85
圖 43 美國近期主流訂購機型 HID-VVPAT 與 HID-BDM.....	85
圖 44 HID-VVPAT 搭配耳機與遙控器.....	86
圖 45 HID-VVPAT 系統規格.....	87
圖 46 安勤觸控式電子投票機操做示範 .....	88
圖 47 美國使用安勤觸控式投票機進行電子投票 .....	88
圖 48 原型機 A   直接紀錄式電子投票機 (DRE) .....	91
圖 49 原型機 B   簡易式電子投票機 (EVM) .....	91
圖 50 原型機 C   光學掃描式投票機 (OPTICAL SCAN) .....	92
圖 51 SUS 易用性問卷.....	95
圖 52 印度電子投票機 EVM.....	99
圖 53 印度投票所投票 .....	100

## 壹、前言

我國依據憲法主權在民之原則，為確保國民直接民權之行使，自 2003 年 12 月 31 日公布施行《公民投票法》(簡稱《公投法》)，主要保障國民能透過公民投票實施創制與複決兩項權利。歷經公投實踐，立法院為保障公投立法精神，於 107 年 1 月 3 日通過修正條文大幅下修公投提案、連署與通過門檻。《公投法》修正條文第三條明定全國性公民投票之主管機關為中央選舉委員會，並指揮監督直轄市、縣(市)選舉委員會辦理之。第九條提及主管機關應建置電子系統，提供提案人之領銜人徵求提案及連署。採電子提案及連署者，其文件以電磁紀錄之方式提供。

2018 年 11 月 24 日地方公職人員九合一選舉併公投選務，造成投票當日各投票所均大排長龍，開票作業也延至翌日凌晨 3 時許方完成。隨著數位科技的進步，如何運用電子資源提升投票效率、強化公眾對政府的信任、提供更廣泛的高品質公民投票服務，是政府應重視議題。為免類似情形發生影響投票效率，行政院於選後指示中央選舉委員會負責研議未來公投採電子投票(非「網路投票」)之可行性，中央選舉委員會除提出「延長公告後應舉行公投之期間」等七大修正方向，並於公民投票法研議修法時，亦將公民投票電子投票納入修法，以作為未來實施電子投票之依據。立法院於今(2019)年 6 月 17 日三讀通過新版《公民投票法》，主要修法項目包括公民投票日定於八月第四個星期六，自中華民國一百十年起，每二年舉行一次(第 23 條)、將查對連署書時間延長為 60 天(第 13 條)、公投公告期修正為投票日 90 日前(第 17 條)、相關立法機關或行政機關必須要在 45 天內提出意見書(第 21 條)。

中央選舉委員會為接軌先進國家推動電子投票服務轉型趨勢，完善推動我國將電子投票機制運用於公民投票，亟需對世界採電子投票機於選舉或公投之代表性國家，對其之操作程序、介面規劃及資安防護等關鍵問題進行研究，探討操作程序便利性及電子投票機資安規格之二大層面，做為未來我國研議規劃電子投票機之政策參考，爰規劃本專案。

## 貳、研究方法與進度說明

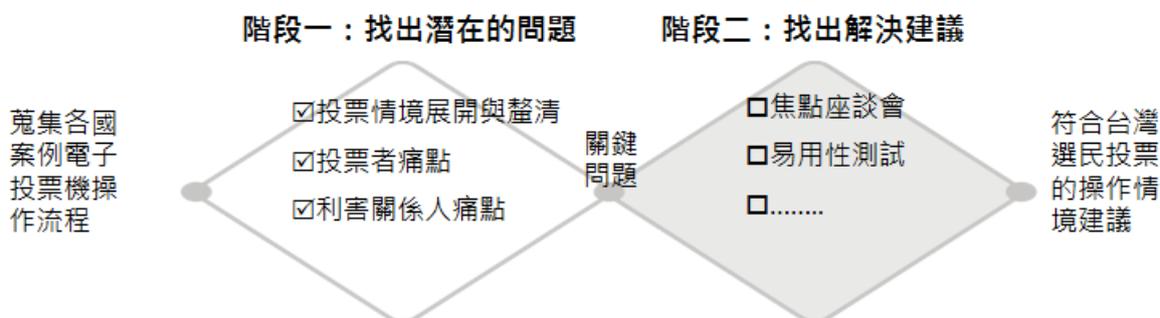
### 一、研究方法

本專案採用使用者導向的研究模式，從研究、分析、建議三部分展開研究計畫，導入 Design thinking 研究方法(如「雙鑽模型」(D.D Double Diamond))，分兩階段進行研究。第一階段將運用投票情境進行分析與問題釐清，找出投票者及利害關係人(如計票人員)痛點，找出潛在的問題。第二階段擬使用如焦點座談會、易用性測試等方法找出解決建議。



資料來源：本研究整理

圖 1 專案研究



資料來源：本研究整理

圖 2 使用者導向研究模式

二、進度說明

本計畫目前各項工作執行符合進度，茲將各項工作項目推動情形說明如下：

表 1 實際執行進度

工作項目	計畫實際執行情形	是否符合進度
1. 蒐集彙整簡易按鍵式、螢幕觸控式及光學掃描三類型電子投票機之國家	完成三類電子投票機代表國家，包含印度、菲律賓、美國之初步電子投票機資訊與使用方式資訊蒐集。	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
2. 進行三類型實機規格及操作程序分析	1. 透過政府與業者官網，以及相關網站、視頻進行三類型實機規格及操作程序分析。 2. 為實際體驗操作程序，9月4日邀約菲律賓使用的電子投票機業者 Smartmatic 來台進行螢幕觸控式及光學掃描實機規格介紹與操作說明。 3. 另邀約獲美國採用的我國電子投票機業者威強電工業電腦公司與安勤科技公司進行實機介紹，目前與美商業主洽商確認中。 4. 11月專案執行同仁前往印度、菲律賓，對簡易按鍵式實機規格與操作程序進行第一手資訊收集。同月並完成易用性相關測試。	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否
3. 分析印度美國菲律賓三類型國家電子投票機相關機制		
3-1 使用於公投或選舉之主管機關及製造廠商資訊	6月完成美國、印度、菲律賓三國選舉或公投主管機關與現行電子投票機代表廠商盤點。	<input checked="" type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否

工作項目	計畫實際執行情形	是否符合進度
3-2 操作程序及規格介面設計	7 月完成美國、印度、菲律賓三國使用的電子投票機操作程序及規格介面設計盤點。刻正透過實機體驗，深入了解。	■是 □否
3-3 資訊安全	8 月完成電子投票機的資訊安全規格。	■是 □否
3-4 未來我國推動縣市試辦公投電子投票經費估算	<p>1. 電子投票之機型與方案眾多，經初步研究，國外試辦多採租賃方式，價格視服務內容而異。以菲國來說，全國 9 萬多台電子投票機與服務費用計 3 億美金。我國安勤科技提供美方使用的電子投票機一台約 1,000 美金以下，但未包含軟體與後台服務部分。</p> <p>2. 11 月視建議的試辦雛形規劃，完成經費估算。</p>	■是 □否
3-5 其他效益或政策評估	<p>1. 我國 eID 預計明年 10 月上路，預計影響未來公投的流程與投票方式。</p> <p>2. 彙整訪談與研究發現，完成提出政策相關建議。</p>	■是 □否
4. 期中報告	9 月繳交期中報告。	■是 □否
5. 期末報告	11 月繳交期末報告	■是 □否

資料來源：本研究整理

表 2 專案進度表

工作項目	月份	5	6	7	8	9	10	11	12
1. 蒐集彙整簡易按鍵式、螢幕觸控式及光學掃描三類型電子投票機之國家		----->							
2. 進行三類型實機規格及操作程序分析			----->						
3. 分析印度美國菲律賓三類型國家電子投票機相關機制			----->						
3-1 使用於公投或選舉之主管機關及製造廠商資訊		----->							
3-2 操作程序及規格介面設計		----->							
3-3 資訊安全			----->						
3-4 未來我國推動縣市試辦公投電子投票經費估算				----->					
3-5 其他效益或政策評估				----->					
4. 期中報告		----->							
5. 期末報告						----->			
進度百分比%		25%		35%		40%			

實際進度 ----->  
 預計進度 ----->

資料來源：本研究整理

圖 3 甘特圖與執行進度

表 3 查核點執行概述

查核點 編號	查核點概述	預定 完成期間(3)	實際 完成日期	達成情形 落後原因說明
1	決標次日起算 3 個月內送達 8 份 期中報告。期中報告之內容應包 括下列各項： (1)研究方法與進度說明。 (2)蒐集之資料、文獻分析。 (3)初步研究發現。 (4)初步建議事項。 (5)參考書目(如重要設計規格、 市場研究報告、法規、會議紀錄 及參考書目)。	108 年 9 月 1 日	108 年 9 月 10 日	符合進度
2	決標次日起算至 11 月 29 日內送 達 8 份期末報告。	108 年 11 月 29 日	108 年 11 月 29 日	符合進度

資料來源：本研究整理

## 參、我國《公民投票法》與國外電子投票機相關規範

### 一、我國《公民投票法》

首先，《公民投票法》第 2 條稱「公民投票，包括全國性及地方性公民投票」、第 3 條規定「全國性公民投票主管機關為中央選舉委員會，...地方性公民投票主管機關為直轄市政府、縣(市)政府。」、第 5 條「辦理公民投票之經費，分別由中央政府、直轄市政府、縣(市)政府依法編列預算。」、第 25 條「主管機關辦理全國性公民投票，得以不在籍投票方式為之，其實施方式另以法律定之。」根據上述，未來導入電子投票機需考慮使用於全國或地方性公投。若是地方性公投，須考量各縣市財務能力與使用意願。而「不在籍投票」涉及較廣，做法可能因法規不同而異。若未來不在籍投票範疇只限於國內、且能不限制投票地點，則電子投票機應具備可整合、驗證不在籍投票名冊功能。例如高雄北漂工作者，可在台北、新北任一投票所進行領票逕行投票，高雄投票所在系統上同步查閱以投票註記，該投票人不可重複投票。若開放海外地區民眾亦可進行不在籍投票，若法律規定可以上網回傳方式，則電子投票機需具備上網功能；若採當地開票計票，票數以視訊或其他方式回傳，則上網功能就未必需要。

其次，《公民投票法》第 4 條提到「公民投票，以普通、平等、直接及無記名投票之方法行之」，第 21 條提到「公民投票應在公投票上刊印公民投票案編號、主文及同意、不同意等欄，由投票人以選舉委員會製備之工具圈定之。投票人圈定後不得將圈定內容出示他人。」因此未來電子投票機除了資安與隱私權外，另外應考量視力、行動不變等民眾在使用上電子投票機亦能同樣便利，此外電子投票機是否屬於選舉委員會製備的工具亦需明文說明。

最後，《公民投票法》第六章第 47 條至第 53 條說明公民投票爭訟規範。為降低爭議，電子投票機需具備可勘驗證的機制。

綜上所述並考量我國國情，在現行《公民投票法》規定下，電子投票機應具備能快速處理全國性投票量的穩定性、整合驗證投票名冊、便利弱勢投票者輔助設計、以及可勘驗票數的機制，上網功能反而未必需要。蔣麗君提到若並未明文限制選舉投票一定只能採用紙本選票，故若以我國法律訂定精神，實可考慮採用電子投票方式。但建議在法規部分，依據不同的實施方式，例如：特定範圍實施電子投票、全面實施電

子投票、紙本/電子投票並行，進行電子投票專章的訂定，或者修改現行法規以供電子投票取得適當的法源依據<sup>1</sup>。

## 二、美國

美國公民對於投票的權力來自美國憲法，而作為一個聯邦國家，美國在電子投票細部進行方式上給予各州很大的彈性。不同州使用不同的電子投票技術，也會有不同的規範。而為了確保投票流程的品質和公平性，聯邦政府和部分州政府有對投票機測試、無障礙、多語言等進行相關規範。

### （一）標準制定機構

「Help America Vote Act (HAVA) of 2002 法案」賦予了聯邦政府為選舉籌款的權限，也促成美國選舉協助委員會（EAC）的成立。該機構制定許多關於投票設備的自願性檢核標準，並負責認證相關提供設備檢核的實驗室。讓州政府在採購投票設備時做參考<sup>2</sup>。

### （二）少數族裔與多語言保障

對少數族裔與非英語使用者的保障可以追溯至「Voting Rights Act of 1965」法案，該法禁止投票環境對於種族、少數語言使用者進行歧視。該法也要求特定產所必須需提供英語以外的投票用具（election materials）。EAC 也根據 HAVA 法案創造了語言幫助計畫（language-accessibility-program），確保所有選民對英文不熟悉的公民於投票、登記、投票所、設備了解和操作給與相關的幫助<sup>3</sup>。

### （三）無障礙規範

對無障礙的與高齡使用者的保障可以追溯至「Voting Accessibility for the Elderly and Handicapped Act of 1984」和「Americans with Disabilities Act (ADA)」兩法案，兩者都規範了對於各種身障人士與高齡人口應該提供相關的輔助措施，包含：

---

<sup>1</sup> 蔣麗君，應用電子選票於多選舉區不在籍投票之可行性研究(101年01月)

<sup>2</sup> <https://www.eac.gov/translations/chinese/>

<sup>3</sup> <https://www.eac.gov/translations/chinese/language-accessibility-program/>

---

- 1.保障身障與高齡人士在沒有輔助下的投票隱私
- 2.投票場所應該具有針對身障人士與高齡人口的投票設備和環境設計，如輪椅友善環境（如斜坡、門板寬度等）、視障輔具設備
- 3.保障身障與高齡人士需要幫助時，現場人員應該給予適當的幫助

#### （四）設備檢測相關規定

聯邦政府針對設備需要符合的規範，最早可以追溯至「1990 FEC Performance and Test Standards for Punchcard, Marksense, and Direct Recording Electronic Voting Systems」，而在 2002 年 HAVA 法案通過，在 EAC 成立之後開始制定「自願性投票系統設備規範」(VVSG, VOLUNTARY VOTING SYSTEM GUIDELINES)。此規範為非強制性的規範，讓各州政府在採購設備時能夠有所依據。該法案目前已經來到 2.0 版，當中對電子投票軟硬體的設備安全性、系統穩定度、易用性分數、無障礙與多語言等設計都有詳盡的規範。

### 三、印度

印度第一次正式使用電子投票機是在 1982 年的選舉，當時因為並沒有相關的法律賦予電子投票使用於選舉的合法性，因此 1984 年時也曾遭遇來自印度最高法院（Supreme Court）判決的阻力。1988 年印度對於「人民代表法章節 61A」（Representation of People Act 61A）進行修正，該法允許了印度中選會（ECI）佈署選舉用的電子投票相關設備。目前，印度電子投票機使用上的細部規定主要來自「選舉執行法第二章」（THE CONDUCT OF ELECTIONS RULES, 1961 CHAPTER II）。值得注意的是，因為印度所有的電子投票設備都是統一由印度國防部之國營單位所設計、生產。規格和使用方式都一樣，對於機器的規範更多會在於選舉的流程而非機器的規格。

#### （一）機器的設計

選舉執行法規定了每一個投票機都要具備一個控制單元（Control Unit）和一個選票單元（Balloting unit），並且都應該經過印度中選會（ECI）核可。

#### （二）紙本標籤的格式

選舉執行法規定了所有尚未啟用的投票機上面都要有彌封封條保護、避免機器在投票前先遭人開封，保證選舉的公平和計票的精確。在彌封封條上要有選區名、投票所名、機器的序號、投票日等資訊。

### (三) 無障礙

在無障礙設計上，印度目前沒有針對如身障人士投票在機器設計的規定，但是目前第三代 EVM 投票機 (M3) 上設置有點字盲文。此外，對於不識字的公民，印度中選會在大選前也會透過選舉政黨與選舉符號手冊 (POLITICAL PARTIES AND ELECTION SYMBOLS) 來公布此次的候選人與政黨種類。此文件重要的地方在於由於印度有許多不能識字的民眾，因此在 EVM 列印機上除了印候選人名字之外，則會用大象、葉子、蓮花等圖示來代表該候選人的選項，幫助民眾進行選擇。每一次候選人的符號都不會重複，以表示其公平性。

### (四) VVPAT 選票稽核列印器

印度的電子投票設備並非一直都有 VVPAT 的設計，VVPAT 主要源自 2013 年印度最高法院的 9093 釋憲判決 (CIVIL APPEAL NO.9093 OF 2013)，指示了印度中選會 (ECI) 應該要在隔年 2014 年的大選使用 VVPAT 選票稽核列印器。

## 四、菲律賓

在菲律賓，電子投票的法源來自共和法第 8436 號修正 (REPUBLIC ACT NO. 8436，下簡稱 8436 法)。該法中允許菲律賓從 1998 年大選起可使用光學掃描註記等科技的自動化的投票系統 (AUTOMATED ELECTION SYSTEM) 應用在全國或地方選舉和公投案中。

在 8436 法中確認了投票設備使用的技術種類、投票設備應有的功能、選民與選務使用和操作投票流程的方式、選務委員會的職能與任免方式等資訊。

### (一) 投票機技術基本功能與規格

規定了投票的設備種類為光學掃描式 (Optical scanning/mark—sense reading device) 或任何其他相似的科技，設備中要有一個資料儲存裝置 (Data Storage Device) 負責儲存計票結果、一個計票裝置 (Counting Machine) 負責掃描紙本選票、一個電腦裝置 (Computer Set)，具有螢幕、中央處理器等裝置以便監看目前選票狀態。

### (二) 投票機設備的安全性：

8436 法對於機器的在各種環境、效率、人為操作上的安全有許多標準。投票機的安全金鑰必須嵌入機器內，防止人員干預，運作過程必須完全自動，盡量減低人為的干預。在標準檢測上，光學掃描機（OMR）必須通過 ISO-1831 標準，確保在掃描時有一定的品質。在運作環境上得耐高溫、鏽蝕，有辦法自動清潔。在能源供應設計上有不斷電系統（UPS）。在效能上，機器必須要能每分鐘計算 100 ~150 張選票。

### （三）選票

分為地區選票（Local Ballot）和全國選票（National Ballot）。全國選票為光學掃描票，應用於全國大選，上面要記載正副總統候選人的名字、推薦政黨或政黨聯盟，並由電子計票機掃描出結果；地區選票為手寫紙本選票，上面依據地方選舉情況記有議員、正副市長、地區首長、省代表等職位候選人之資訊，由人工方式進行計票。

### （四）選民流程

在每個選區都要有兩個投票箱，全國選區則要有一個。選務人員負責發放給選民選票，在選民投出選票後不得要求進行更改，並且在投票過後，選務人員應該幫選民的拇指上塗上不可清除的墨水，確保並在確認單上簽名，確保沒有人能重複投票。

### （五）選務流程

在投票結束後，選務人員會在紀錄中負責寫入實際的投票選民人數，選票的編號與相關序號。並用金屬封條將票箱鎖上，運輸至指定的開票中心才能解封。

### （六）選舉委員會

每次的選舉都需要選舉委員會的監督，每個省、市或直轄市應該有兩個監票委員會。一個負責管理手寫票系統，一個負責管理光學掃描票系統。委員會同時也會負責指定地區的開票中心，在開票中心的外面應該要有明顯的提示。

現行電子投票機在軟硬體相關技術已相當成熟，若採用現有的電子投票機，優先要解決法規與程序信任的問題。首先需視國內公投欲導入電子註冊、電子驗證、電子投票、電子計票、智能統計等不同自動化程度，進行法規規範。例如是否讓民眾自行決定是否採用生物辨識、是否保留公投票紙本、或以光學掃描選票、或直接以電子投

票機內記憶卡與熱轉印紙作為驗票基礎、由各開票所開票再行上傳得票數、亦或集中投票數據至中央統一開票等等。這部分除了可以參酌國外作法外，更重要是國內政黨與民眾需對整體程序達成信任的共識。

## 肆、國外電子投票機採用概況

本專案主要針對國外電子投票主要包括電子投票機(electronic voting, e-voting)與網路電子投票(Internet voting, i-voting)兩類。其中採用電子投票機國家包括美國、巴西、委內瑞拉、愛沙尼亞、日本、南韓及菲律賓等，而德國、愛爾蘭、英國等已暫緩電子投票機計畫<sup>4</sup>。電子投票機之使用概況。

### 一、美洲

美洲使用電子投票機的國家較多，包含美國、巴西、委內瑞拉、阿根廷、加國安大略省、秘魯與墨西哥等。

美國在電子投票機推動較早，1960年試行電子投票、2004年正式導入電子投票機。全美各州都有使用電子化投票設備，但在使用的比例、設備類型、是否統一採用某系統，則依據各州法規而有偌大的差異。目前共有24州使用光學與電子混合使用，22州僅使用光學式掃描設備，4州使用直接電子紀錄式設備。截至2016年為止，26個州有統一投票方式，其餘各州則允許各郡自決投票方式。依據採用設備的情況，可以將美國各州使用電子投票設備的情況分成三類，同時使用光學掃描和直接電子紀錄設備的情形最為普遍，單純使用直接光學掃描設備者次之，最少的為只使用直接電子紀錄式設備的州：

#### (一)光學與電子混合使用(DRE、Optical Scan)

共有24個州，包含阿拉斯加州、亞利桑那州、阿肯色州、加利福尼亞州、佛羅里達州、夏威夷州、愛達荷州、伊利諾伊州、印第安納州、堪薩斯州、肯塔基州、密西西比州、密蘇里州、內華達州、北卡羅來納州、俄亥俄州、奧克拉荷馬州、賓夕法尼亞州、田納西州、德克薩斯州、猶他州、西維吉尼亞州、威斯康辛州、懷俄明州。

#### (二)僅使用光學式掃描設備(Optical Scan)

共22個州。包含阿拉巴馬州、科羅拉多州、康乃狄克州、愛荷華州、緬因州、馬里蘭州、麻薩諸塞州、密西根州、明尼蘇達州、蒙大拿州、內布拉斯加州、新罕布什爾州、新墨西哥州、紐約州、北達科他州、奧勒岡州、羅德島州、南達科他州、佛蒙特州、維吉尼亞州、華盛頓、華盛頓特區。

---

<sup>4</sup> 電子投票涉及層面多，關鍵在社會信任度，劉麗榮，中央社（2018/11/29），  
<https://www.cna.com.t/news/firstnews/201811290305.aspx>

---



而擁有印加古文明的秘魯則於 2013 年採購大量 DRE 電子投票機，同(2013)年 11 月首度投入選舉使用。

墨西哥雖於 2012 年在科阿韋拉州和聖路易斯波托西州等州實施試行電子投票，但全面導入電子投票仍處於評估階段。



資料來源：本研究整理

圖 5 美洲使用電子投票機國家

## 二、歐洲

歐洲在電子投票機的使用相對保守，目前主要使用國家包含比利時、保加利亞、義大利等。

比利時 1994 年首度採全國性磁卡式電子投票並制定《自動投票法》，2012 年進行新式智能卡電子投票機測試，近期則完成部署 22,100 台 Smartmatic 投票機。

保加利亞則於 2014 年嘗試在索菲亞等 5 座城市採 Smartmatic 投票機用於歐盟議會選舉。

義大利則是將電子投票機運用在公投，2017 年義大利在倫巴第大區使用不連網的平板電腦嘗試進行公投，這是目前義大利規模最大的一次電子投票。

值得注意的是，其中的愛爾蘭、荷蘭、英國、芬蘭、德國、瑞士、法國則是曾經有電子或數位投票等方式，但因為資安、設備軟硬體缺陷、憲法等原因而廢除了原先運作的電子投票系統。

電子投票有其便利性但也有安全性的考量，像愛爾蘭電子投票事宜委員會就針對電子投票系統進行檢討，於 2004 年取消使用電子投票機計劃。

同樣的情形也發生在荷蘭，2006 年 11 月情報機構 AIVD 發現荷商 Sdu 公司電子投票機易受攻擊，於是荷蘭政府撤換約 1,187 台(占全國投票機的一成)。經過考量後，荷蘭 2009 年回歸紙張投票與人工點票。

英國 2007 年開放投票站、網路投票、電話投票以及預先投票，並使用電子掃描技術計票，而後也因安全考量暫停電子投票。

科技為人帶來便利，但對於不熟習如何操作的民眾則是場惡夢，芬蘭 2008 年首次使用 Scyt1 聯網電子投票機，但 232 位選民操作不當誤觸失去投票權。為了民眾權益的考量，芬蘭於 2009 年重新恢復使用紙本辦理選舉。

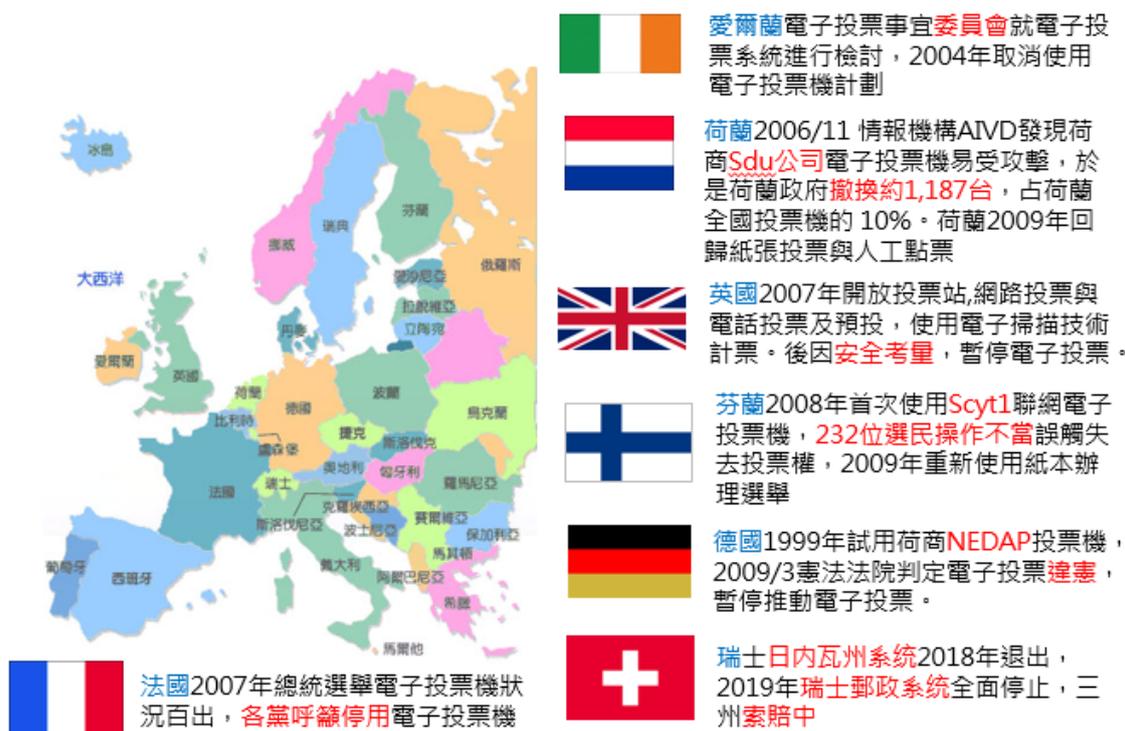
世界工業強國德國於 1999 年試用荷商 NEDAP 投票機，隨後有民眾聲稱使用電子投票機違反憲法精神，並要求法院作出裁決。2009 年 3 月憲法法院判定電子投票違憲，暫停推動電子投票。

瑞士原使用兩套電子投票機系統，其中日內瓦州系統 2018 年退出，而 2019 年瑞士郵政系統也因系統疑慮全面停止使用，現有三州向瑞士郵政索賠中，2020 年是否能通過安全驗證仍無法確定<sup>6</sup>。

法國則是 2007 年總統選舉電子投票機狀況百出，事後各黨共同呼籲停用電子投票機。

---

<sup>6</sup> 魏陳朝建、賴錦琬、陳宗蔚，赴瑞士考察選舉及公民投票實施概況出國報告(108 年 11 月)



資料來源：本研究整理

圖 6 歐洲停用電子投票機國家

### 三、亞洲

亞洲在電子投票機使用上起步較晚，曾經使用過電子投票機國家包含日本、韓國、菲律賓、印度等國。

日本 2002 年曾在岡山縣試辦電子投票機，2006 年更訂定電子投票機認證制度，但之後並未大力推動電子投票機，現階段則處於停用電子投票機狀態。

韓國在 2006 年開始發展使用電子投票機，採行電子投票機主要為達便於選民於各投票所投票之目的<sup>7</sup>，但現階段僅在部分城市使用光學掃描計票，並未廣泛使用。

菲律賓是東南亞唯一全國性投票自動化投票國家，1990 年代訂定自動化投票法規，經 1996、2008 兩次地方大選自動化開票計票驗證後，2010 年開始運用於全國大選。

印度地廣人眾，擁有地表規模最大的選舉。為縮短投票計票時間，1988 年通過使用電子投票機，2002 年擴大於全國使用。2019 年大選近 9 億選民，共計使用超過 200 萬台電子投票機。

<sup>7</sup> 魏陳銘祥、陳怡芬，赴韓國首爾參加選舉國際研討會出席報告(96 年 10 月)

新加坡雖尚未正式使用電子投票機，據聞目前積極與在地電信業者合作佈建相關基礎設施，預計優先導入電子投票驗證部分。



資料來源：本研究整理

圖 7 亞洲使用電子投票機國家

從上述各國使用經驗分析，各國採用電子投票之失敗因素，主要包含人為的造假灌水、操作不當、違反憲法、系統癱瘓以及軟硬體本身的安全考量等。事實上，這些問題在臺灣公投同樣也可能發生。未來將評估各國對於潛在失敗因素之相關預防做法及其有效性，作為我國推動之參考。茲將各國放棄使用電子投票機原因整理如下表：

表 4 各國放棄使用電子投票機原因

國家	放棄電子投票機時間	放棄原因
愛爾蘭	2004	進行內部檢討，針對安全性、缺乏審核機制與書面的可驗證性皆有疑慮，後基於電子投票成本太高及公眾不滿，在 2009 年正式取消電子投票機計畫
荷蘭	2009	廠商所生產之投票機容易遭受攻擊，佔比多達 10%，基於多方考量決定回歸紙本投票
芬蘭	2009	選民誤觸投票機而失去投票權，並使試辦的 3 個城市重新進行投票，故於 2009 年暫停投票機

		發展計畫
德國	2009	因德國憲法中，選舉應具備公開檢驗的原則，計票過程中之公開性、驗票及必要時之再驗票可能性，電子投票機在該步驟有公開檢測性的瑕疵，所以法院宣判電子投票機違憲，暫停推動電子投票
瑞士	2018	兩家投票系統廠商一家退出市場，另因系統具有漏洞等疑慮暫停供應使用，因而無法進行電子投票
法國	2007	投票時狀況百出，如等候時間過長、操作失靈、民眾無法信任等因素，各黨皆呼籲停止使用電子投票機
日本	2006	於岡山市試辦，但後因修訂電子投票認證制度後未再有後續推動，現為停用電子投票狀態

資料來源：本研究整理



資料來源：本計畫整理

圖 8 各國使用電子投票機遭遇問題原因及預防做法

## 伍、美國、印度、菲律賓電子投票機使用分析

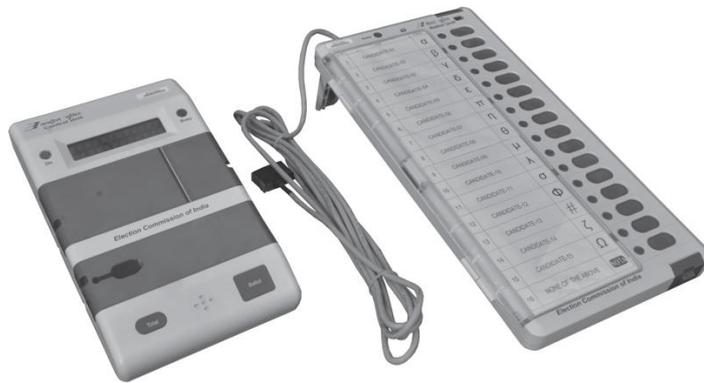
### 一、電子投票機之規格介面設計與操作程序

#### (一) 簡易按鍵式-使用國家印度

印度選民達 9 億，全國上下共 100 萬個投票所，選務人員約 1,000 萬人，選期達 6 周，投票與計票工程浩大，選務成本龐大。為降低選務負擔，印度首次使用電子投票機是在 1982 年的印度克勒拉省(Kerala)帕拉烏爾(Paravur)鎮民代補選，印度國會 1988 年通過法律允許使用電子投票機後，開始在印度選舉中大量使用<sup>8</sup>。

#### 1. 規格介面設計

目前印度採用按鍵式的電子投票機(Electronic Voting Machine, 簡稱 EVM)包含三部分，一個是形似鍵盤的電子投票機(投票單元)、控制機器(控制單元)及選民選票核對機(驗證單元)，控制單元與投票單元之間由一條五公尺長的電纜所連接。



資料來源：印度選舉委員會網站

圖 9 印度 EVM

#### 2. 操作流程<sup>9</sup>

- (1) 進入投票所，選務人員將在選民名單上檢查選民的姓名，並檢查的身份證明。
- (2) 選務人員將選民手指畫上墨水，給選民一個投票單並在登記冊上簽字。

<sup>8</sup> 印度反對黨提議 半數電子投票應經紙本驗證，中央社 (2019/4/15)，<https://newtalk.tw/news/view/2019-04-15/233525>

<sup>9</sup> 印度選舉流程，[https://en.wikipedia.org/wiki/Elections\\_in\\_India](https://en.wikipedia.org/wiki/Elections_in_India)

- (3) 選民必須在第三位選務人員繳交選舉單，並出示手指的墨水，然後前往投票間。
- (4) 控制單元與投票站主管放置在一同位置，投票單元則置於投票間內。負責控制單元的投票站主管不會發出實體紙本選票，而是按下控制單元上的選票按鈕發布選票，使得投票人能夠通過按投票單元上的藍色按鈕，來投下他所選擇的候選人與符號。
- (5) 如果選民不喜歡任何候選人，可以選擇按在 EVM 上的最後一個按鈕—NOTA，以上都不是。



資料來源：印度今日時報

圖 10 VVPAT 與投票單元

對於電子投票機將投票數據保存在記憶體中，擔心選舉結果有可能被有心人士操作，自 2013 年開始印度於 EVM 中增加了一個名為 Voter Verifiable Paper Audit Trail<sup>10</sup> (簡稱 VVPAT)的機器。將 VVPAT 與 EVM 的投票單元連接並保存在投票間中，VVPAT 將列印投票人所選擇的候選人的姓名和符號，可以讓投票人核實選票是依照所選擇的候選人與符號，而非僅僅保存於控制單元記憶體中。

- (6) 投票時，會列印一張單據，其中包含候選人的序列號、姓名和符號，並通過透明窗口顯示 7 秒鐘，以便選民核對。

---

<sup>10</sup> VVPAT 介紹，[https://en.wikipedia.org/wiki/Voter-verified\\_paper\\_audit\\_trail](https://en.wikipedia.org/wiki/Voter-verified_paper_audit_trail)

---

- (7) 核對完畢後，該列印的紙條將自動切割並落入 VVPAT 的密封盒中保存以便開票時確認。
- (8) 當最後一位投票人完成投票後，選務人員將按下標有「關閉」的按鈕。按下後，EVM 將不接受任何投票，並將投票單元將與控制單元斷開連接，兩個單元分開各自單獨保管。
- (9) 投票結束後，每個選務人員提供控制單元記錄投票的數據給投票所主管。在計票後，登記的投票人數量將與計算的選票相對應，若有誤差計票人可提出。在計票期後，按下「結果」按鈕顯示各候選人得票結果<sup>11</sup>。

為防止在計票開始之前按下結果按鈕提供了一種安全措施。在按下「關閉」按鈕之前，按鈕是密封的並隱藏在裡面且無法按下「結果」按鈕。只有在指定執行此任務的官員在場的情況下在計票中心開票。因為有這些措施和功能，EVM 可以安全的保存在投票後的幾週或幾個月後計算投票。

## (二) 螢幕觸控式-使用國家美國

美國各州使用機型不盡相同，德州是全美第二大州，人口數也為全美第二。在德州可利用紙本投票、使用光學掃描系統或 DRE 投票，其中為數最多的投票機便是螢幕觸控式電子投票機。

### 1. 規格介面設計

目前使用 2 種由不同公司所研發之電子投票機，分別為 Dominion Voting Systems 的 AccuVote®TSX 與來自 Election Systems & Software 的 iVotronic，以下分別說明其操作流程：

### 2. 操作流程

#### (1) Dominion Voting Systems 的 AccuVote®TSX<sup>12</sup>

- 確認身份後後，選務人員將發放選民存取卡。

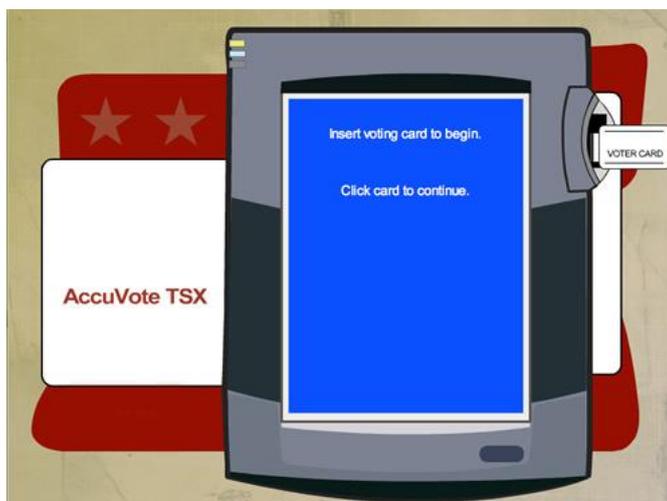
---

<sup>11</sup> 印度選舉流程影片，<https://youtu.be/r8QkpXqv2cY>

<sup>12</sup> AccuVote®TSX 操作流程，<https://www.votetexas.gov/systems/accuvote.html>

---

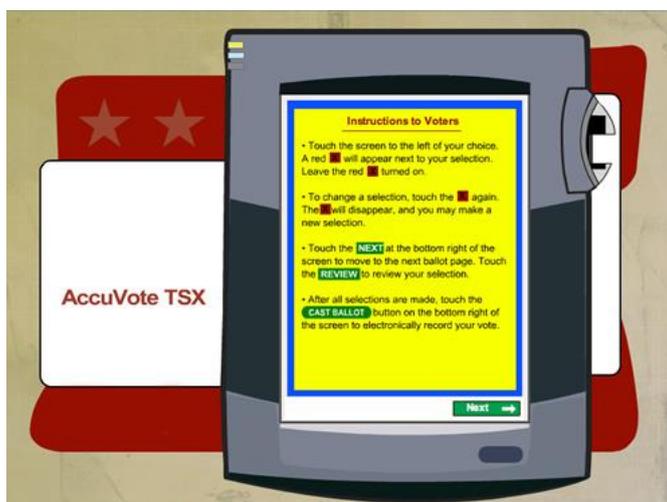
- 將存取卡帶到投票間，然後將其插入螢幕右下方的插槽中。



資料來源：德州選舉委員會網站

圖 11 AccuVote®TSX 投票機示意圖－插入選民存取卡

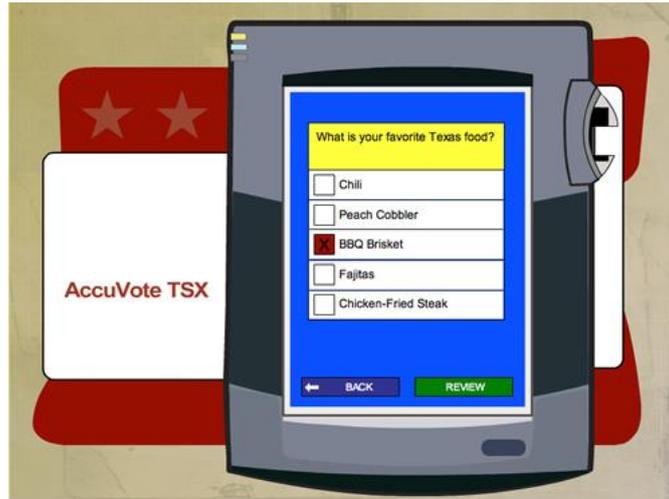
- 在螢幕上，可選擇使用英語還是西班牙語進行投票。視障和身障的選民可以使用語音指導技術進行選擇。



資料來源：德州選舉委員會網站

圖 12 AccuVote®TSX 投票機示意圖－選擇語言與服務

- 點擊名稱旁邊的方框，選擇要投票的候選人或問題。帶有「X」的紅色框將突出顯示該選擇。
- 如果改變主意，取消選擇候選人或問題，且選擇正確的候選人或問題。
- 點擊螢幕右下角的「下一步」按鈕，移至下一個選票頁面。



資料來源：德州選舉委員會網站

圖 13 AccuVote®TSX 投票機示意圖－進行投票選擇

- 完成後，點擊「查看」按鈕以確認投票選擇。
- 如果要更改選擇，請返回頁面並從新選擇。



資料來源：德州選舉委員會網站

圖 14 AccuVote®TSX 投票機示意圖－確認選擇

- 當確認投票結果無誤後，請按「Cast Ballot」完成投票過程。

(2) Election Systems & Software 的 iVotronic<sup>13</sup>

- 確認身份後後，選務人員將使用個人電子投票盒來開始電子投票。



資料來源：德州選舉委員會網站

圖 15 iVotronic 投票機示意圖－語言選擇

- 在螢幕上，選擇使用英語還是西班牙語進行投票。視障和身障的選民可以使用語音指導技術和上下鍵和菱形鍵進行選擇。



資料來源：德州選舉委員會網站

圖 16 iVotronic 投票機示意圖－進行投票選擇

- 通過點擊候選人的姓名來選擇要為其投票的候選人或問題，以突出顯示該選擇。

---

<sup>13</sup> ES&S iVotronic 操作流程，<https://www.votetexas.gov/systems/ess-ivotronic.html>

- 如果改變主意，取消選擇候選人或問題，並選擇正確的候選人或問題。
- 點擊螢幕右下角的「下一步」按鈕，移至下一個選票頁面。



資料來源：德州選舉委員會網站

圖 17 iVotronic 投票機示意圖－選舉結果確認

- 完成後，點擊「查看」按鈕以確認投票的結果。
- 如果要更改選擇，請通過點擊「返回」，然後重新選擇。
- 查看螢幕確認無誤後，按螢幕頂部閃爍的「投票」按鈕完成投票過程。

### (三)光學掃描式-使用國家菲律賓

菲律賓所使用的投票機為光學式掃描投票機－投票計算機(The Vote Counting Machine, 簡稱 VCM), 為一台光學式掃描機且可列印選舉結果確認單據, 包含 1GH 處理器與 256 位加密的 SD 卡, 擁有 14 小時的蓄電能力的備用電池。在系統安全部分, 其使用密碼與 PIN 碼、三個數位簽名與 256 位加密, 以保障投票機防止竄改對於結果的疑慮。



資料來源：菲律賓選舉委員會網站

圖 18 菲律賓 VCM

VCM 同時掃描選票的兩面，每一張選票皆為獨一無二且選票上有可辨別的條碼，對於造假、影印、複製與不同選區的選票將被機器所辨識出錯誤。菲律賓選舉流程如下：

- (1) 在投票所門口的選民名單上尋找姓名，確認區域號與序號，且依序排隊查驗身分並檢查是否有著記過特殊墨水。
- (2) 部分區域使用選民登記驗證系統(Voter Registration Verification System，簡稱 VRVS)來查驗選民身份，選民將手指放入機器中辨識。
- (3) 若於資料庫中查驗到選民的身份，將會列印一張單據以便識別。
- (4) 確認身份後於選舉日計算機選民名單（Election Day Computerized Voters List，簡稱 EDCVL）<sup>14</sup>或選舉日認證選民名單上簽名。
- (5) 選務人員會給選民一張選票、選票保密文件夾與標記筆，並指示在指定的投票區填寫選票。
- (6) 選民須在畫記時，將所選擇的候選人名字旁邊的圈子完全畫記，且依照選票指示畫記適當的數量。



資料來源：WATCH：How to vote in the Philippines<sup>15</sup>

圖 19 菲律賓以紙本選票進行勾選

- (7) 完成畫記後，選民將選票插入 VCM 讀取，並歸還標記筆和文件夾。

---

<sup>14</sup> 選舉日值班教師指南，<https://www.rappler.com/nation/politics/elections/2016/131795-bei-teachers-election-day>

<sup>15</sup> WATCH: How to vote in the Philippines，<https://www.youtube.com/watch?v=c7msuW4SMII>

---



資料來源：WATCH：How to vote in the Philippines

圖 20 菲律賓電子投票機掃描辨識選票

- (8) VCM 確認選票無誤後，將於顯示屏顯示消息，而選票將自動落入投票箱內，選舉結果將印出單據，折疊使其內容無法看到。



資料來源：WATCH：How to vote in the Philippines

圖 21 菲國電子投票機印出收據

- (9) 完成後選務人員於選民手指上使用特殊墨水做上標記。



資料來源：WATCH：How to vote in the Philippines

圖 22 滴印墨水避免重複投票

- (10) 並確認選舉結果單據無誤，檢查完畢將單據放置於回收單據之容器，便完成投票程序方可離開投票所。

## 二、電子投票主管機關及電子投票機製造廠商

大多數國家皆設有選舉委員會負責選舉的相關事宜，選舉委員會則為憲法規定中獨立的政府組織，以確保選舉過程公平中立。部分國家的選舉委員會與其他部會合作，進行法規制定、制度設計跟經費編列等事宜。本節將以三種不同電子投票機使用代表國印度、美國及菲律賓，介紹其投票主管機關及設備製造商的資訊。

### (一) 印度

#### 1. 電子投票主管機關

印度選舉主管機關為印度選舉委員會(Election Commission of India, ECI)<sup>16</sup>，成立於 1950 年，為憲法管理局底下的獨立運作組織。最初該委員會僅有一名首席選舉委員(Chief Election Commissioner)，目前則由首席選舉委員與兩位選舉委員(Election Commissioner)組成，在新德里設有秘書處，成員約 300 人。委員由總統任命，任期六年(或不得年逾 65 歲)，並享有印度最高法院法官相同的地位，若要進行罷免只能透過議會彈劾，藉此保障其職位的公平性及不受政治影響的超然地位。

選舉委員會(ECI)負責議會和州立法機構以及總統和副總統的選舉、選舉委員會準備、維持並定期更新選舉名單、顯示誰有權投票、監督候選人的提名、登記政黨、監督選舉活動，包括候選人的資金和指數、組織投票所在的投票站，並負責計票和結果公佈。其中對於選舉期間的新聞媒體報導也具有一定的監管權，主要就是為了保障選舉期間的公平性。如 2019 年總理選舉，就有因為電視台 24 小時專播總理莫迪(Narendra Modi)的新聞及影片，被選舉委員會下達播映權限制，須到選舉結束後才能正常播放莫迪的相關影片。

在印度舉行選舉是相當不容易的事情，印度人口相當多，印度也幅員遼闊。但

---

<sup>16</sup>印度選舉委員會，<https://eci.gov.in/>

是2019年4月的選舉具有選民資格的人民就多達9億，單是投票站就設有100萬個。其中該委員會要求行政服務部的國際會計準則專員也參與選址相關制度的制定。

## 2. 電子投票機設備製造商

巴拉特電子有限公司(Bharat Electronics Limited, BEL)<sup>17</sup>成立於1954年，為印度本土產業。巴拉特電子有限公司在民生產品除電子投票機外，也生產平板電腦、太陽能交通系統及門禁系統。其以在地化為目標，協助印度政府許多建設許多公共設施。公司成立之初與法國CSF(現在的Thales)合作生產基礎通信設備，為公司奠定良好基礎。巴拉特電子有限公司包辦多項印度國內的基礎設施，生產多項國防通訊產品，如海軍系統、雷達、國土安全系統、電信及廣播系統。

而另外晶片上與BEL一同獨立開發的印度有限公司的電子資訊產業集團公司(Electronics Corporation of India Limited, 簡稱ECIL)是印度政府企業下原子能部，於1967年4月11日成立在海得拉巴，打造一個強大的本土基地電子。ECIL是一個多產品、多學科的組織，其重點是本地核能、太空和國防部門。ECIL在本地電子安全、通信、網絡和安全領域也佔有重要電子政務域地位。ECIL已與印度的核能機構建立了合作夥伴關係，特別是Bhabha原子研究中心(BARC)，印度核電有限公司(NPCIL)和Indira Gandhi原子研究中心(IGCAR)。ECIL還積極支持其他戰略部門，例如土著國防、印度兵工廠、國防研究與發展組織(DRDO)、航天(印度航天部)民航、資訊和廣播、電信、保險、銀行、警察和準軍事力量、石油和天然氣、電力、太空教育、衛生、農業、鋼鐵和煤炭等領域。

## (二) 美國

### 1. 電子投票主管機關

美國採取聯邦制度，中央設有選舉協助委員會及聯邦選舉委員會兩大部會操持美國選舉相關事宜。由中央訂出大方向及規則，美國各州以中央之規範進行各州進

---

<sup>17</sup>巴拉特電子有限公司，<http://www.bel-india.in/ContentPage.aspx?Mid=1&CId=1&LId=1&link=0>

行選舉相關事務研擬及實行細則，中央則進行資訊的交換及制度規則的頒布及財務的管理及披露，

選舉協助委員會(Election Assistance Commission，EAC)為獨立於兩黨外的獨立運作的政府機構，總統會提名四名委員(commissioners)，任期為六年，經參議院通過，得有一次之連任機會。選舉協助委員會(EAC)職責為選舉的國家中央資訊中心，2002年由美國協助投票法案(Help America Vote Act，HAVA)創建，其主要任務為制定符合HAVA要求的原則，訂定出自願投票制度指南。此外選舉協助委員會(EAC)也為選舉管理的國家資訊交換中心，負責投票系統及設備認證，投票機的驗證及測試也由該委員會負責。選舉協助委員會(EAC)除了選舉相關的規範及法規訂定，也負責審核HAVA資金的使用情況。

聯邦選舉委員會(The Federal Election Commission，FEC)<sup>18</sup>是負責管理和執行聯邦競選財務法的獨立監管機構，對美國眾議院、參議院、總統和副總統的競選籌資具有管轄權。聯邦選舉委員會(FEC)主要為遵循聯邦競選財務法(Federal campaign finance law)的執行，首要任務為透過透明並公平地執行競選財務法來管理及維持聯邦競選財務的完整性。聯邦競選財務法的主要三大目標內容為：披露足以影響選情之政治獻金及公開候選人之選舉資金勸募、總統大選的公共融資、聯邦選舉的捐款收入與支出限制。

## 2. 電子投票機設備製造商

美國投票機業者主要分為四大家廠商，分別是 Election Systems & Software、Hart InterCivic、Dominion Voting、Smartmatic，其中 Smartmatic 同時也為菲律賓投票機的使用廠商，以下針對 Election Systems & Software、Hart InterCivic、Dominion Voting、

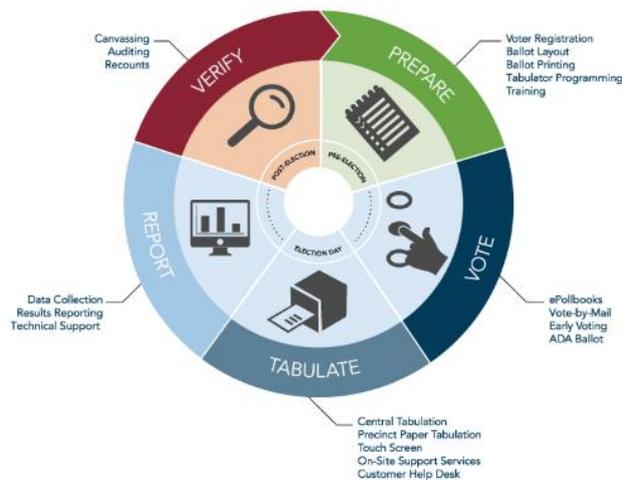
---

<sup>18</sup> The Federal Election Commission history，<https://www.fec.gov/about/mission-and-history/>

Smartmatic 三家廠商進行介紹。

(1) 選舉系統與軟體(Election Systems & Software, ES & S)

選舉系統與軟體(ES & S)1979 年創立於內布拉斯加州，該公司產品包括投票製表機、直接記錄電子機(DRE)、選民登記和選舉管理系統、選票標記設備、電子民意調查書、隨需選票(Ballot on Demand)列印服務和缺席投票郵件服務<sup>19</sup>。截至 2012 年統計，ES & S 在美國支援了超過 7,300 次選舉活動，所登記選民已達的 6,760 萬<sup>20</sup>。



資料來源： Election Systems & Softwar

圖 23 投票機操作模式

(2) Hart InterCivic

Hart 集團創立於於德克薩斯州奧斯汀，並早在 1912 年進入到選舉相關行業，而 Hart InterCivic 在 2000 年脫離 Hart 集團獨立出來為一家公司。旗下產品被全國數百個司法管轄區使用，包括德克薩斯州，夏威夷州和奧克拉荷馬州，

<sup>19</sup> Election Systems & Software , [https://en.wikipedia.org/wiki/Election\\_Systems\\_%26\\_Software](https://en.wikipedia.org/wiki/Election_Systems_%26_Software)

<sup>20</sup> About Election Systems & Software , <https://web.archive.org/web/20130513213512/http://essvote.com/about-esands>

等 13 州等使用<sup>21</sup>。而 Hart InterCivic 除了提供投票相關設備以外，也提供電子檔案的修復及留存，如歷史檔案及書籍文件的保存及恢復、地圖等資料的留存等。Hart InterCivic 參與公共服務的歷史悠長，該公司也提供公共機構電子化的相關設備、線上服務紀錄的管理等電子化政府的公共設備。

### (3) Dominion Voting System

Dominion Voting Systems 1895 年創立於紐約，公司草創初期以銷售電子硬體為主，如打字機、掃描機等<sup>22</sup>。1988 年開始進行電子投票機開發，並於 2000 年成功開發出第一台 DER，於 2002 年被美國採購正式於選舉中使用。截至 2010 年 8 月，Dominion 投票機在美國 22 個州 600 個司法管轄區使用，其他城市則使用約 80,000 台 Dominion ImageCast Precinct 光學掃描儀來協助電子投票的舉行。

## (三) 菲律賓

### 1. 電子投票主管機關

菲律賓的選舉主管機關為選舉委員會(Commission on Elections, COMELEC)，在 1935 年至 1940 年間經由憲法修正案設立，與多數國家相同均為憲法特設的政府機構。在選舉委員會設立前，1973 年憲法將委員會的成員數從 3 個增加到 9 個，但其任期從 9 年縮短到 7 年。菲國選舉委員會(COMELEC)負責執行和管理有關常規和特別選舉的所有法律和法規，在憲法上獨立於政府行政、立法和司法部門，以確保舉行自由、公正和誠實的選舉。除選舉事項舉辦，同時具備司法、監管跟行政的功能，對於官員的選舉、罷免及當選資格具有裁定的上訴的管轄權限。選舉委員會中除了主席外，下有一名執行主任及副執行主任帶領委員會的工作人員及專員作業。執行主任及副執行主任分別協助主席進行政策的規劃及執行，同時並向下分派行政事務

---

<sup>21</sup> Hart InterCivic ，[https://en.wikipedia.org/wiki/Hart\\_InterCivic](https://en.wikipedia.org/wiki/Hart_InterCivic)

<sup>22</sup> Dominion Voting Systems ，<https://www.dominionvoting.com/company>

及與工作人員的溝通及業務聯繫。

## 2. 電子投票機設備製造商

Smartmatic<sup>23</sup> 2000 年成立於美國佛羅里達州，2003 年以來為全球 25 個國家選舉委員會設計提供安全的投票技術，協助開出超過 46 億張選票，並於 2005 年在台北設立研發中心。菲律賓 2008 年 8 月在棉蘭老省首次採用 Smartmatic 的技術舉行自動化選舉、2010 年 5 月進一步協助分散於 7,000 個島嶼的 5000 萬選民進行菲律賓大選。繼 2013 年、2016 年二次大選試煉，另於 2015 年 6 月成立技術安全的指揮中心後，菲國在 2018 年採購 9 萬 2 千多台 Smartmatic 計票機，並在 2019 年 5 月大選實現電子投票里程碑。

### 三、美國、印度、菲律賓電子投票機之資訊安全分析

#### (一) 印度

印度電子投票機運用密碼、分開研發、晶片燒錄等方式加強安全防護，投票機的軟體都燒錄在只能燒錄一次的晶片上，確保不能被修改、換替。電子投票機一律不能連線避免被駭客入侵。晶片上的軟體是分別由 BEL 與 ECIL 獨立開發，開發團隊也與生產團隊分開，各自向中選會報告報告。配套防護機制也包含動態編碼、安裝即時鐘等。

#### (二) 美國

美國採用電子投票機多年，近年資安疑慮不斷，主要問題如下：

##### 1. 軟體過於老舊產生漏洞

2019 年 8 月 11 日，Rachel Tobac 在 DEFCON 活動期間於推特上發文，2018 年美國維吉尼亞州威廉斯堡的的一般選舉，投票機內使用的作業系統為 Windows CE 5.0，是 15 年的老軟體而且存在許多已知的漏洞。

##### 2. 供應商被購併的意識

---

<sup>23</sup> Smartmatic, <https://www.smartmatic.com/>

2019年4月，美國馬里蘭州的投票機供應商在2015年被俄羅斯購併了，但到了2018年7月才由聯邦調查局(FBI)察覺，所幸沒查出資料竄改、洩漏等情事。

### 3. 投票機老舊問題叢生

2018年3月8日，44個州使用10年以上的投票機，無論是記憶卡、觸控螢幕都屢傳故障，以及使用過時的Windows 2000作業系統，廠商甚至不再提供資安修補程式，31個州希望2020年能更換設備。

### 4. 漏洞需換替整個硬體才能根除問題

普林斯頓大學研究出美國大宗使用的投票機Diebold Accuvote-TS很容易被攻擊，即便被惡意程式侵入也幾乎沒有被檢測出的風險，且能修改投票記錄、投票機日誌內容、計數器等，而且檢查不出來。用實體方式換替或透過記憶卡都可以在一分鐘內把惡意程式放入投票機內，而且實務上選務人員沒在監看是否有人對投票機動手腳。軟體改進可以排除一些問題，但還是需換替整個硬體才能根除問題。

為解決上述問題，2019年4月美國開始導入新的BMD(Ballot-Marking devices)，投票人在螢幕上觸控選擇投完票後，BMD會列印一張單子給投票人確認投的人是誰，投票人再把紙張交給選務單位集中存放以供驗票之用。有的機種同時列印給人看跟給機器之後快速重新查驗用(紙張批次快速掃描檢驗)，希望透過收據列印增強可靠性。

## (三) 菲律賓

菲國使用的VCM電子投票機，投票時機器並不連線，計票結果透過網路傳遞時，使用256-bit AES加密傳輸。VCM電子投票機內使用特有的單寫多讀(Write Once Read Many, WORM)記憶卡避免投票結果被竄改，該特有記憶卡中國、台灣均有業者可供貨。光學掃描型的VCM投票機需要將紙張送入機器內掃描計票，選票上印有特定的機器碼，只有放入正確機器碼的投票機內方能計票，因此盜取他處的投票紙送入投票機也無法起作用。而存根用的紙張用盡要替換時，也必須接上認證用的隨身碟或使用特殊的i-Button才允許操作。投票機若突然卡紙故障等，是可以把記憶卡取出，隨意再找一台投票機插入，投票程序即可持續而不受影響，但投票紙必須換替，投票紙與投票機有對應關係。

從菲律賓大選經驗來看，電子投票機之資訊安全風險如下：

---

1. 機器故障率過高<sup>24</sup>

2019年5月13日，菲律賓中期選舉有85,000台投票機，其中約400至600台故障，是2016年總統選舉的3倍數目，候選人受訪時表示對故障的機器或中途換機器表示擔憂。

表 5 印美菲電子投票機制比較

	印度	美國	菲律賓
機器投票方式	按鍵式	螢幕觸控式	光學掃描式
是否有紙本選票	否	否	是
最後是否印出投票結果	會印出後讓選民核對無誤後，投進投票筒	可透過列印機觀景窗核對列印結果，但不可取出核對	會印出留存，並由選務人員摺疊後投入保管箱收存
避免重複投票方式	使用特殊墨水滴於指頭	選舉卡註記	使用特殊墨水滴於指頭
選舉主管機關	選舉委員會(ECI)	選舉協助委員會(EAC)	選舉委員會(COMELEC)
選舉委員任期	六年	六年	七年
選舉委員任命方式	憲法管理局任命	總統提名	憲法委員會委員
設備製造商	巴拉特電子有限公司(Bharat Electronics Limited, BEL)	Election Systems & Software, ES & S、Hart InterCivic、	Smartmatic

<sup>24</sup> 就計票機故障 菲律賓總統杜特爾特：讓選舉委員會解釋，<http://www.feixinph.com/local/16248.html>

		Dominion Voting、 Smartmatic	
投票機資訊安全 全相關疑慮	N/A	軟體及機器老舊、 供應商被併購、惡 意程式攻擊	故障率過高
加強資訊安全 方式	使用密碼、軟體分 開研發、一次性晶 片燒錄等方式	N/A	N/A

資料來源：本研究整理

#### 四、電子投票機單價

印度投票機 EVM 單價低廉，目前 M2 型 EVM（在 2006 年至 2010 年之間生產）的成本為每 EVM（包括投票單元和控制單元）8,670 盧比，合新台幣約 3,700 元。2016 年印度一部費用約為新台幣 5,300 元，目前較先進的 M3 EVM 的成本約為 17,000 盧比，合新台幣約 7,300 元<sup>25</sup>。

菲律賓電子投票機是採租賃方式，不是單機計價，而是以整體解決方案計價。據供應商估算，菲律賓案中一台電子投票機含基本配件與後續維護合約等約 1,000 美元。

美國各州對於投票設備的購買往往都是不透明的，機台的價格也會因為機種的高低階而有所差異。以美國賓州為例探討電子投票機單價。美國 2008 年時，一台投票機約落在 2,500-3,500 美金之間<sup>26</sup>，對當時的美國已是一筆可觀的設備投資。到了 2015 年美國紐

<sup>25</sup> What is the cost of EVM in India and where it is built? <https://www.jagranjosh.com/general-knowledge/cost-and-place-of-manufacturing-of-evm-in-india-1555398297-1>

<sup>26</sup> How Much Does It Cost to Purchase an Electronic Voting Machine? , <https://votingmachines.procon.org/view.answers.php?questionID=000313>

約大學的報告中<sup>27</sup>寫道，在 2015 年單台投票機成本約為 5,000 美金，價格明顯已比 2008 年時翻漲一倍。到了 2018 年美國非營利組織 Public Citizen 調查顯示<sup>28</sup>，投票機的採購價格大約落在 5,000-6,000 美元之間。從 2015-2018 年間的報告可見出政府採購投票機的價格區間異動並不大，但卻因為目前的供應廠商眾多，所以當局所面對採購時因為種種因素之考慮，所採用的規格容易有高低階級落差不一的狀況產生。而美國國會在 2018 年的 3 月已通過一筆 38 億的資金，目的為協助各州選舉辦公室的管理，同時也優化美國國內的投票系統。

以賓州為例<sup>29</sup>，去(2018)年 4 月接獲美國國務院頒布命令，各州應在 2019 年底前更換為具有紙本記錄的新投票系統<sup>30</sup>，以利官員可以於紙本再次確認票數。所以今(2019)年賓州政府在相關規劃部分，當局統計若要全面替換賓州內投票機，大約耗資 1.5 億美元。其中賓州轄下的 24 個縣進行成本估算後，過半數的縣都預估新機採購將超過 100 萬美元。

然而賓州政府只從聯邦政府獲得一共 1,350 萬元美金的補助，面對投票機的全面更新一案，各縣只能依據自身政府不同的財力狀況，對投票機的系統及規格進行選擇。在投票機的系統規格顯著價差主要在於紙本紀錄之定義，有由機器掃描紙張而進行投票，另則有在投票後機器將投票結果紙本印出。

綜上所述，投票機的單價會因為系統要求、設備規格、操作方式等多項因素有所不同。

## 五、國際電子投票安全驗證機制

---

<sup>27</sup> Estimate for the Cost of Replacing Paperless, Computerized Voting Machines ，  
[https://www.brennancenter.org/sites/default/files/analysis/New\\_Machines\\_Cost\\_Across\\_Paperless\\_Jurisdictions%20%282018%29.pdf](https://www.brennancenter.org/sites/default/files/analysis/New_Machines_Cost_Across_Paperless_Jurisdictions%20%282018%29.pdf)

<sup>28</sup> Cost of Counting the Vote ，[https://www.citizen.org/wp-content/uploads/voting\\_equipment\\_pricing\\_mini-report\\_05\\_31\\_18\\_final-1.pdf](https://www.citizen.org/wp-content/uploads/voting_equipment_pricing_mini-report_05_31_18_final-1.pdf)

<sup>29</sup> Here's who makes money from the voting machine requirement for Pa. counties — and how those decisions are being made ，<https://papost.org/2019/05/28/heres-who-makes-money-from-the-voting-machine-requirement-for-pa-counties-and-how-those-decisions-are-being-made/>

<sup>30</sup> Department of State Tells Counties to Have New Voting Systems in Place by End of 2019 ，  
<https://www.media.pa.gov/Pages/State-Details.aspx?newsid=276>

---

根據投票工具的差異、設備製造方式的不同與政治體制差別，將會大幅度影響其投票設備的安全規範和驗證機制。

印度 EVM 屬於政府財產，也不生產出口。為了隱密性，政府並未公開 EVM 設計上依循了哪些資安指引。印度 EVM 使用上全程並未連線，所以並不像網路投票需要遵循一定的資安手冊。

菲律賓擇由技術評估委員會（Technical Evaluation Committee, TEC）負責評估評量自動投票系統（Automated Election System, AES）。菲律賓選委會（COMELEC）與 Pro V&V Incorporated 國際認證機構簽約（位於美國阿拉巴馬州的公司），負責檢查 AES 軟體的功能、正確性、安全性，以及檢視投票機藍圖與原始程式碼，原始程式碼由 Bangko Sentral ng Phulupinas 負責保管。程式碼也交給 De La Salle University 審查。菲律賓未訂立明確的投票機要求，但會委託諸多國內外機構代為審查檢視，會以人工方式抽查投票機進行實際查驗，即 RMA(Random Manual Audit)。菲律賓因擔憂中國影響選舉，所以投票機選擇在台組裝。

美國是電子投票機最大市場，電子投票安全驗證機制也最先進完備。以下以美國作為相關法規與驗證機制的參考。

#### （一）驗證標準的推行概況

美國屬於聯邦國家，給予各州極大的自治權限，且各州電子化投票發展的情形都不相同，使用的投票機機型和運作方式也沒有統一，所以聯邦政府目前並沒有全國性且強制性的投票機認證規定。美國選舉協助委員會(EAC)提供投票系統認證與測試計畫，包含電子投票系統相關規格標準、法律建議和驗證方式，也規範了合格的測試機構與實驗室，作為給州政府採購投票系統或立法時的標準，讓投票機廠商能夠有相關標準可以依循。測試會由美國選舉協助委員會(EAC)認可的投票系統測試實驗室(Voting System Test Laboratories, VSTL)來執行。

由美國選舉協助委員會(EAC)所制定驗證參考標準被稱為「自願性投票系統指南」

(Voluntary Voting System Guidelines, VVSG)<sup>31</sup>，這是一種嚴格的自願性(strictly voluntary)投票機安全規範，提供州政府作為採購系統時的參考；也讓廠商能夠自我進行檢測，提高系統的信任度。當前 VVSG 最新的版本為 VVSG 1.1，而 VVSG 2.0 正在還在草擬階段。

(一) 投票機標準相關標準立法型態

根據美國選舉協助委員會(EAC)報告<sup>32</sup>，在州內投票機標準相關標準立法上，可以將各州的情況分為四種類型：

1. 沒有相關驗證標準立法(20 州)：阿拉斯加、美屬薩摩亞、阿肯色、佛羅里達、關島、夏威夷、堪薩斯、緬因、密西根、密西西比、蒙大拿、內布拉斯加、新罕布夏、紐澤西、奧克拉哈馬、波多黎各、田納西、佛蒙特、美屬維京群島、西維吉尼亞。
2. 有立法得依循聯邦政府推行之認證標準進行測試(9 個州)：康乃狄克、哥倫比亞特區、印地安那、肯塔基、內華達、紐約、奧勒岡、德克薩斯、維吉尼亞。
3. 有立法相關設備得給予聯邦政府認可之實驗室進行測試(13 個州)：阿拉巴馬、亞利桑那、伊利諾、路易安那、麻塞諸塞、馬里蘭、明尼蘇達、密蘇里、新墨西哥、賓夕法尼亞、羅德島、威斯康辛。
4. 有立法投票機需要經過聯邦政府本身的認證(13 個州)：加利福尼亞、科羅拉多、德拉瓦、喬治亞、愛荷華、北卡羅萊、北達科他、奧勒岡、南卡羅萊、南達科他、猶他、華盛頓、俄懷明

---

<sup>31</sup> 美國 VVSG 自願投票系統指南 (上冊)

<https://www.eac.gov/assets/1/28/VVSG.1.1.VOL.1.FINAL1.pdf>

<sup>32</sup> 各州投票系統規範立法情況，[https://www.eac.gov/assets/1/6/State\\_Participation\\_in\\_Testing\\_and\\_Certification--Chart\\_Only\\_for\\_Website\\_01312011.pdf](https://www.eac.gov/assets/1/6/State_Participation_in_Testing_and_Certification--Chart_Only_for_Website_01312011.pdf)

---

### (三) 驗證標準五大原則<sup>33</sup>

1. 安全性(Security)：同時確保選票和設備的安全
  - (1) 投票結果不能被事後竄改
  - (2) 投票過程可以追溯、審閱
  - (3) 確保設備無法對外進行網路連線，以確保不會被駭入。
2. 功能性(Functionality)：設備符合選舉過程所需的功能需求
  - (1) 設備要能正確的紀錄選票結果
  - (2) 確保設備能夠讓任何有選舉資格的投票者，都投給任何選票中的選項
  - (3) 允許投票者可以確認或再次審視他作下的選擇，並且可以在送出選票前進行修改。
  - (4) 設備要能夠統計所有選舉結果
3. 隱私(Privacy)

讓投票者有權對他們的投票結果保持隱私。設備不應該使用任何方式，如產生紙本單據等，讓投票者以外的第三人知道投票者本人的投票結果。
4. 易用性(Usability)

無論投票結果是記載在紙本還是螢幕上，設計系統時應考慮易用性，投票流程並需盡可能的簡單、容易了解。
5. 無障礙

設備應該能讓所有人操作，包含有視覺、肢體、認知、語言等相關障礙以及高齡者，並且要有使用其他語言進行操作的選項。

### (二) EAC 認可證明申請的流程<sup>34</sup>

1. 製造商登記：製造商得向 EAC 進行登記，並提交設備相關的資訊。這個流程確保 EAC 能夠從製造商那取得需要的規格，也確保製造商同意 EAC 測試內容的需

---

<sup>33</sup> 投票系統的標準、測試和認證，<http://www.ncsl.org/research/elections-and-campaigns/voting-system-standards-testing-and-certification.aspx>

<sup>34</sup> 測試與認證計畫手冊，[https://www.eac.gov/assets/1/6/Cert\\_Manual\\_7\\_8\\_15\\_FINAL.pdf](https://www.eac.gov/assets/1/6/Cert_Manual_7_8_15_FINAL.pdf)

求。

2. 製造商提交供測試報告：為了取得設備認證，製造商得依據程式測試與驗證手冊 2.0 版(Testing & Certification Program Manual V2.0)的報告格式和內容要求，撰寫所需的資訊提交給 EAC。
3. 認證測試和發證：製造商得透過 EAC 核可的設備測試機構或實驗室等，進行投票系統的測試，機構提交的測試結果報告決定了初步審核結果是否通過。
4. 證明的核准：如果負責測試機構初步決定授予認證，製造商還需要進行額外的步驟才能取得正式的證明，包括製造商需紀錄軟體本身的性能、將設備中使用的軟體封存備份，並提供相關調校設備的軟體工具。
5. 後續產品品質監測：EAC 會對通過認證的投票系統持續進行品質監測，確保製造商對外發售的投票系統和通過認證核准投票系統是一致的。這個過程是強制性的，會透過不定期的設備檢測、設備實地訪查、調查製造商網網站等等方式來進行。

### (三) 系統測試進行的方式

目前 VVSG 1.1 將標準規範分為上下兩冊，分別為對投票系統的效能需求指南 (Voting System Performance Guidelines)<sup>35</sup>，和對國家認證測試指南(National Certification Testing Guideline)<sup>36</sup>兩冊。測試的進行方式和詳細條件要求位於下冊，以下將會對於測試的內容設計進行陳述。

1. 硬體測試(Hardware Testing)：包括操作性測試和非操作性測試兩類。
  - (1)非操作性測試包含有：搬運測試、振動測試、低溫環境測試、高溫環境測試
  - (2)操作性測試：操作性測試會在一系列不同條件下，如濕度、溫度、電壓下測試設備的使用過程中的可靠度。
2. 軟體功能測試(Software Functional Testing)：指的是對投票系統所能提供的功能要求，測試需求一共有 27 個細項，可以依據投票的過程設備分為投票前、投票中、投票後與計票三部分：
  - 投票前：選票準備和系統預先測試。

---

<sup>35</sup> VVSG 1.1 Vol01 <https://www.eac.gov/assets/1/28/VVSG.1.1.VOL.1.FINAL1.pdf>

<sup>36</sup> VVSG 1.1 Vol02 <https://www.eac.gov/assets/1/28/VVSG.1.1.VOL.2.FINAL.pdf>

---

- 投票中：包含投票過程中如何正確顯示、驗證選票。且具有紙本票卡，時，設備如何正確掃描和紀錄結果。並且中控設備是否能確保設備運行狀態。
- 投票後與計票：包含在投票結束後，將設備中的選票結果進行驗證、計算結果和傳輸到其他設備的過程。

### 3. 系統層級測試(System-Level Testing)：

系統級別測試是一系列橫跨軟硬體與功能的綜合性測試，目的在於檢測設備的軟硬整合是否能達到選舉時真實操作環境下的需求。

- 承載量測試(Volume tests)
- 壓力測試(Stress tests)
- 易用性測試(Usability tests)
- 可訪問性測試(Accessibility tests)
- 安全測試(Security tests)
- 性能測試(Performance tests)
- 錯誤恢復測試(Recovery tests)

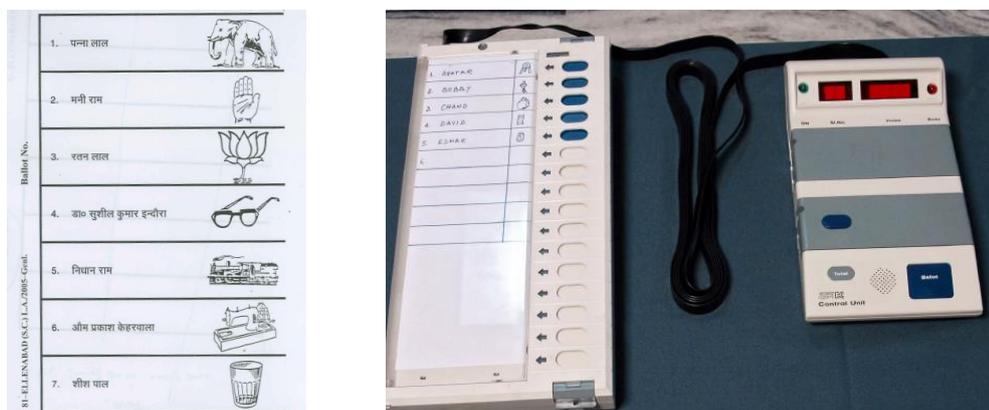
## 六、導入電子投票引起的社會討論過程

### (一) 印度

印度選舉複雜，除了實行多黨制外，13 億人口中七成有投票權，等於有近 9 億的選民；印度從 1947 年到現在都是普選，選舉長達數周以上，投票率 65-75%。早期印度使用紙式投票系統，投票期間投票所常見壅堵。因此印度中選會在 90 年代決定使用 EVM 電子投票機，EVM 在 1998 年試驗性基礎上引進 Paravur。印度中選會在 1990 年代生產了 15 萬臺 EVM，一省邦選完，電子投票機再換至另外一省邦；EVM 機器是政府財產，個人不允許擁有；高等法院也明定在無必要的允許下，不能使用 EVM。在 1998 年 12 月進行了必要的修憲後，印度中選會開始大量密集宣傳 EVM 的使用方式。

2001 年後期電子投票機(EVM)全面取代了紙式投票，印度政府為就是提高民眾對電子投票機的接受度並降操作上的錯誤，EVM 最初設計理念就是沿襲舊有的投票格式來進行設計。目前 EVM 投票單元使用各黨圖騰標誌與人名方式讓民眾按選方式，就跟以前選票類似。為了讓民眾了解如何使用電子投票機，選舉前會有數個月

的宣導期，大量密集在電視、收音機電臺、地方海報、網路視頻等方式進行持續性的宣導。另一方面，政黨在宣導電子投票機使用上走很勤。由於印度許多文盲，EVM 在設計上都會有政黨的標誌搭配候選人名字，雖很多選民不識字，但會認圖案。政黨找民眾時，會教導民眾你要認甚麼圖案。



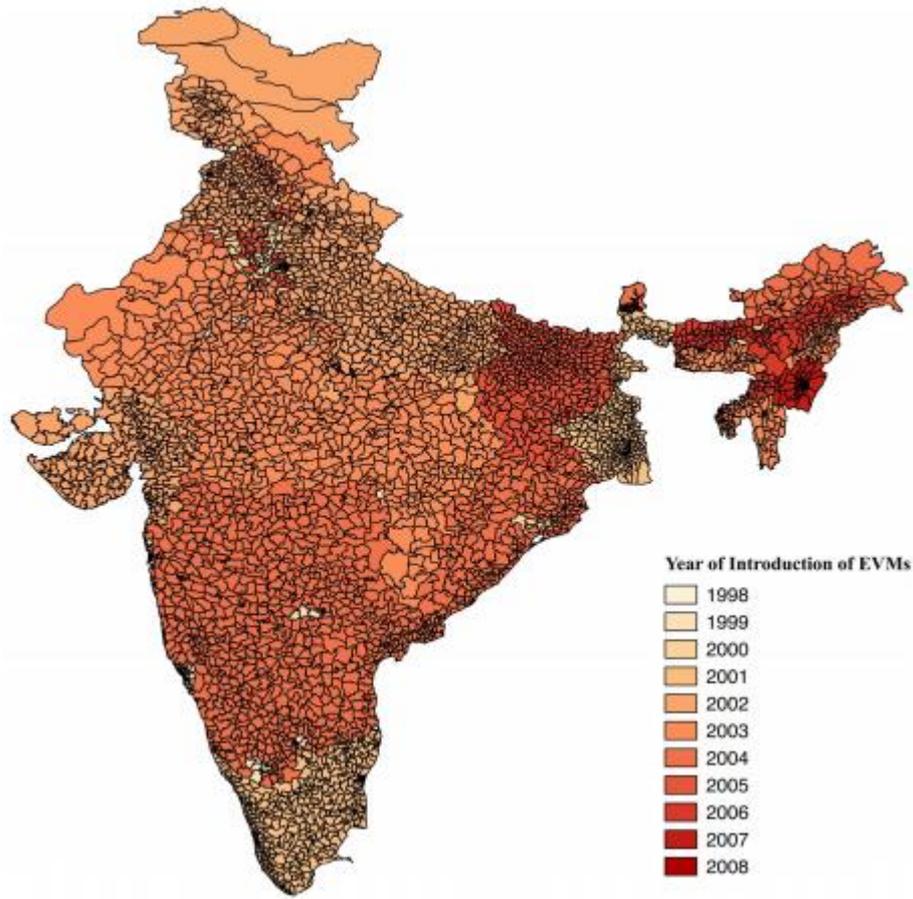
資料來源：Debnath et al(2017)<sup>37</sup>

圖 24 印度紙式選單(左)與 EVM(右)選單比較

此外，印度選委會在導入 EVM 是有步驟性的，教育程度越高、越能接受這種改變的地區越早引進；教育程度越低的地區，越晚引進。印度 1998 年時網路不普及，所以印度中選會在評估導入地區順序時，網路、電力等基礎設施完備度反而不那麼重要。

由於選民眾多，不容易出現只差幾百票事件；或者是雖然票數有問題，但差距實在太大了，所以一直以來並沒有太大的翻盤性爭議。目前電子投票機使用於一般選舉，未使用於公投。由於電子投票機已使用多年，民眾基本上對機器與程序有一定的信任，一般民眾對機器使用接受度算高，很少看到民眾對於選舉結果進行示威遊行。整體來說，印度人民對於電子投票制度還是信任的，真正有意見的都是落選政黨，只要輸了就會抗議。

<sup>37</sup> Debnath, Kapoor and Ravi(2017), The Impact of Electronic Voting Machines on Electoral Frauds, Democracy, and Development



資料來源：Debnath et al(2017)<sup>38</sup>

圖 25 印度各地導入電子投票機時間

## (二) 美國

美國人口約 3.2 億，2018 年期中選舉人數約 1.1 億。因為美國是聯邦制，各州有各州的標準，可各自指定廠商投票機型號與規範。1964 年美國在加州首度使用光學掃描投票系統，1974 年第一台 DRE 投票機在芝加哥附近首次試用。1975 年美國政府首次分析了投票機的認證，1990 年制定的電子投票標準。2000 年大選由於佛羅里達州打孔投票機部分未能完全打孔造成廢票爭議，國會通過法律，要求各州將舊的投票系統換

---

<sup>38</sup> Debnath, Kapoor and Ravi(2017), The Impact of Electronic Voting Machines on Electoral Frauds, Democracy, and Development

---

成電子投票機。2004 年全美有 1/3 投票所改用電子投票設備。但由於後續傳出電子投票機故障、駭客破解投票機系統事件，如 2005 年佛羅里達州電腦專家模擬駭入電子投票機並成功竄改模擬選舉的結果；2006 年 Diebold 電子投票機在不到一分鐘的時間內可被駭客入侵，2016 年大選前美國某些城市選民資料庫遭俄國駭客入侵；美國民眾對於缺乏紙本驗證與觸控式投票機誤觸風險下的計票可信度仍有質疑，<sup>39</sup>可驗證性成為強化民眾信賴的關鍵，自 2004 年起就有電子投票機加裝列印紙本驗證裝置的趨勢。

美大選電子投票機安全漏洞多，每次選舉總能發現問題。為解決投票機爭議，2019 年美國國防部投入 1000 萬美元開發設計開放源電子投票機系統。日前美國 2020 年大選投票機又遭駭客破解，可由遠距操作選舉結果。共和黨正規劃撥款 2.5 億美元協助各州選舉當局處理進行選舉系統安全修補<sup>40</sup>。

從美國電子投票發展歷程看，由於美國廣泛使用電子投票機，且多採取買斷方式，沉沒成本龐大。對於電子投票機大致認為外國介入機會不大，但對電子投票機安全性與可靠性仍有質疑。美國對於電子投票機推動未走回頭路，而是採坦然公開、強化缺失、積極回應社會檢驗與需求的方式應對，包含對於電子投票機嚴格認證嚴格、強化可驗證性、修補或開發選舉系統等方式，建立社會對選舉的信任度。

### (三) 菲律賓

菲律賓人口 1.03 億，2019 年期中選舉選民人數逾 6000 萬，從 4.35 萬候選人中選出 1.8 萬為民意代表與地方首長<sup>41</sup>。菲律賓有 7,000 多個島嶼，投票機送達困難，甚至需要動用直升機、驢子等，島嶼地形讓投計票更添難度。菲國過去採用紙本選票方式，投票時選民需要自行填寫屬意的候選人姓名。除了常有誤填、錯拼或是字跡辨別、文盲

---

<sup>39</sup> 防選舉爭議 各州引用電子投票(2004/11/3)，TVBS，<https://news.tvbs.com.tw/other/470087>

<sup>40</sup> 美國 2020 大選投票機已被駭客破解，可以遙距控制操作選舉結果！(2019/10/1)，<https://buzzorange.com/techorange/2019/10/01/hack-voting-machine/>

<sup>41</sup> 菲律賓期中選舉登場 選民人數逾 6000 萬(2019/5/13)，民視新聞  
[https://www.ftvnews.com.tw/AMP/News\\_Amp.aspx?id=2019513108M1](https://www.ftvnews.com.tw/AMP/News_Amp.aspx?id=2019513108M1)

---

或部分選民不會書寫問題外，開票時間冗長也造成投開票爭議不斷、舞弊事件頻傳。為解決選舉困境，菲律賓 1990 年起開始修訂自動化投票相關法規。菲律賓先在南部導入 DRE 型投票機，而後在北部導入 VCM 型 (Vote Counting Machine) 投票機。蔡佳泓等提到菲國 2010 年全面導入電子投票機前，已先從修法先於小規模選舉試行，邀請學者、政黨代表及資通訊專家、選務人員等利害關係人組成工作小組，透過無數次的會議研議討論，舉辦體驗模擬投票活動，向社會大眾宣導，並在 2010 年選舉前，主動公開系統程式原始碼供各界檢視，強化大眾對自動化系統的信任<sup>42</sup>。但 2010 年全面導入電子投票機仍狀況不斷，選前 7.6 萬張記憶卡故障無法讀取選票，直到選舉日當天仍然有至少 2% 以上的投票機故障。但電子投票得使用，讓開票時間從三個月縮短至在一天內可以完成；2016 年 5 月大選，電子計票機 4 小時內公布當選總統名單，選舉效率大幅提升<sup>43</sup>。2013 年期中、2016 年 2019 年大選，菲國在 7,641 個島嶼上的 36,805 個投票所，安裝了 92,500 個電子投票機<sup>44</sup>。菲律賓中期選舉的投票時間是從當地時間 5 月 13 日上午 6 點到傍晚 6 點，使用台灣製造的計票機。馬尼拉一個投票站的計票機，因為沒有紙張及指紋辨識故障，導致投票延遲兩個小時，選民大排長龍；開票時因為傳遞統計數字的機器出現問題，原本預期選舉當天深夜可以完成的開票作業，但截至投票隔天(14 日)凌晨 1 點，仍只開出不到 0.38% 的票數，直到 22 號才公布結果<sup>45</sup>。

雖然菲國電子投票機在導入前的專家質疑不斷，電腦計票問題讓部分人士建議延後投票，加上選舉中有各式故障事件，但終究並未引起社會對電子投票機使用的強烈質

---

<sup>42</sup> 蔡佳泓、蔡金誥、賴宗佑，赴菲律賓共和國參加 2018 年亞洲選舉官署協會 (AAEA) 執行委員會議出國報告(108 年 1 月)

<sup>43</sup> 電子計票機 4 小時內公布新總統 連菲律賓都比台灣科技(2016/11/6)，上報，

[https://www.upmedia.mg/news\\_info.php?SerialNo=6888](https://www.upmedia.mg/news_info.php?SerialNo=6888)

<sup>44</sup> 菲律賓能，台灣不能(2016/5/16)，<https://opinion.udn.com/opinion/story/6067/1697659>

<sup>45</sup> 菲律賓中期選舉：初步結果顯示杜特爾特有望控制兩院(2019/5/13)，BBC News，

<https://www.bbc.com/zhongwen/trad/world-48261908>

---

疑。自 2008 年菲律賓導入 DRE 型電子投票機以來，至今都是開放電子、紙本兩種並行給選民選。海外投票使用傳統紙本，但必須用信封寄。目前沒有意思統一成 DRE 或 VCM，也沒有意思廢除傳統紙本，但不考慮導入線上投票。菲國民眾對電子投票接受度很高，只有極少數人落選人質疑反對。究其因，除了應得利於電子投票機對菲國選舉效率的顯著改善，讓民眾對於電子投票機有相當的接受度，對選舉的公正性信任度也有顯著提升外，選委會傾全力讓選舉如期舉行的態度，也讓社會凝聚一定共識。

COMELEC 建議政府導入電子投票機制最少要 6 個月以上的宣傳期，12 個月以上更好。DemocracyWatch 也說明，除網路上可見許多示範影片，在菲國會有公立學校老師負責示範投票機的使用；另有許多電子投票機業者的約聘人員負責安裝與使用上的客戶服務，據 smartmatic 統計，在地系統整合商約有 4 萬多人負責現場與遠端技術支援。

## 陸、研究發現

綜觀了解世界各國使用電子投票機實務現況，研究初步發現如下：

### 一、電子投票機試行為趨勢，全面採用仍屬少數

歐洲推動上相對保守，其中芬蘭、德國、荷蘭、法國紛紛在試行後放棄。部分亞洲國家則採部分城市試行或導入部分功能作為電子化投票試行的方案，如新加坡政府目前正與電信業者合作佈建電子投票相關基礎設施，預計優先導入驗證部分、韓國則是導入進行統計計票，選民投票驗過證件後，選務人員會以電腦機器登記並列出選票，投票將採電子統計方式進行。

### 二、電子投票機硬體技術無重大問題，後續軟硬體更新與維運成為困擾

以目前的技術水準，電子投票機硬體部分都已能夠做到觸控、視訊、搭配輔助投票語音功能，或是以模組化方式達成客製化功能之要求，台灣業者如威強電、安勤科技也陸續成為美國電子投票機硬體合作的對象。從美國經驗來看，由於電腦軟硬體技術日新月異，電子投票機在多年使用後，許多軟硬體找不到合適的維運方案，例如 win2000 業者不再支援更新、原生產廠商倒閉合併或是不再生產相關機型。多州使用超過 10 年的機器，甚至是停產的機器。美國投入三億多美金維護資安系統，仍有漏洞之虞。

### 三、電子投票機現階段導入成本仍高

以 Smartmatic 在菲律賓大選佈建經驗<sup>46</sup>，租借 9 萬台電子投票機、備用機搭配計票等後台解決方案，共花費 3 億美金(約新台幣 93 億元)。

在台灣有 1 萬 7,232 個投票所、若以每個開票所 2 臺電子投票機，備援率 3% 估算，預計需配置 35,000 臺。

若以菲律賓 Smartmatic 租賃方案，在 35,000 臺租賃規模下每臺電子投票機租賃成本約為 1000-1500 美元估算，預計需花費新台幣 10.85 億元~16.27 億[=35,000 臺

---

<sup>46</sup> 訪談 Smartmatic 亞太總裁 Ramaakanth Sake

\*(1,000~1500 美元)\*31]。若以美國方案 5,000 美元/臺估算，預計 54.25 億[=35,000 臺 \*5,000 美元\*31]。而印度 EVM 一臺成本新臺幣 7,300 元，但因其中選會暫無出口計畫，暫不估算。

#### 四、電子投票機資安受到高度重視

為了從源頭保障投票機資訊安全，美國 2019 年 2 月 EAC 專員一致投票發布了下一代自願投票系統指南(VVSG 2.0)徵詢公眾意見。美國 VVSG 2.0 (Voluntary Voting System Guidelines)原則與規範，15 項主要求中有 10 項與資訊安全有關，包含：

- (一)原則 6 過程隱私
- (二)原則 7 標記、確認及傳遞
- (三)原則 8 強固性要求、安全性
- (四)原則 9 可稽核性
- (五)原則 10 投票結果隱私
- (六)原則 11 存取控制
- (七)原則 12 實體安全
- (八)原則 13 資料防護
- (九)原則 14 系統完整性
- (十)原則 15 偵測與監督。

VVSG 2.0 包含可以對投票系統進行測試，以確定它們是否提供基本功能，可訪問性(accessibility)和安全功能<sup>47</sup>。

此外，程序性的資安防護也受到關注。例如菲律賓因為擔心中國生產的投票機型會提高資安風險，毅然要求將訂單轉至台灣生產。而印度 2013 年開始於 EVM 中

---

<sup>47</sup> Proposed Voluntary Voting System Guidelines 2.0 Principles and Guidelines ,

<https://www.federalregister.gov/documents/2019/02/28/2019-03453/proposed-voluntary-voting-system-guidelines-20-principles-and-guidelines>

---

增加投票可驗證紙查核追蹤器(Voter Verifiable Paper Audit Trail, VVPAT)，強化投票的可驗證性，降低機器故障、人為調包的風險。此外，縮短電子投票機連線時間亦可降低被攻擊或擷取資訊的風險。例如等投票所內完成計票與確認後，搭配動態 IP 技術隨機傳送，選票資訊傳至區域中心或是選票中心再進行彙整。

#### 五、離線應急計畫完備性待考驗

以菲律賓為例，2019 年大選故障投票機數約 400-600 台。Smartmatic 為了避免投票紀錄錯誤，電子投票機設計有兩個記憶卡槽，同步紀錄。此外可搭配印表機或是由內建的列印裝置印出可供驗證的投票資訊紙張。如遇故障，可透過更換記憶卡方式，換機繼續操作。如果記憶卡均損壞，則尚可依據驗證紙張進行票數復原後繼續投票。但若遇整台機器故障，Smartmatic 作法是以備用機運達所需時間，規劃一定區域作為備援範疇，並依一定比例在該區內投票所配置備援機。為減少等待備援更換的等待時間，在投票所除了大型投票機外，也會搭配小型手持的備用機。

#### 六、數位身分證 (New eID) 配合使用

謝美玲在(2016)中提到印度等許多國家，選舉人登記為選舉程序中的重要工作，選民如未作登記，無法取得投票權，也不能登記為候選人，而選舉機關於辦理本項工作也耗費大量行政成本。以印度為例，設有選民登記中心，亦可採線上申請，針對特殊需要者，如老年人也提供到家服務，惟以人口結構觀之，恐仍有超過 2 億 18 歲以上人口未辦理選民登記，<sup>48</sup>故印度選前每個居民要查知自己名字有沒有在投票名冊上。印度不用數位身分證(Eid)，但若是為了投票可以去申請身分識別卡(id card)。身分識別卡(id card)不是正式的身分證，但可以知道你是誰，投票時可作為一種身分認證工具。

---

<sup>48</sup> 謝美玲，赴印度參加「選舉管理：科技的角色」選務人員能力建構課程出國報告(105 年 12 月)

美國各州方式不一，一般選民在前端櫃檯登錄報到，簽名確認身分後，選務人員會發給一張投票卡或智慧卡(smart card)。若選民決定採用電子投票機，則至電子投票區向選務人員換取號碼牌等候，並利用投票卡啟動電子投票機，進行投票<sup>49</sup>。



資料來源：安勤科技

圖 26 美國觸控式電子投票機插卡啟動

菲律賓電子投票機並未使用晶片卡。是依據選民的事先註冊，而後在投票所外先確認自己的姓名是否屬於該票所。進了票所後，選務人員根據紙本投票名冊核對投票人照片與簽名。

---

<sup>49</sup> 一窺堂奧——我的美國大選選務經驗(2016/11/7)，

<https://crossing.cw.com.tw/blogTopic.action?id=688&nid=7185->

<https://crossing.cw.com.tw/blogTopic.action?id=688&nid=7185-%E3%80%90%E7%BE%8E%E5%9C%8B%E5%A4%A7%E9%81%B8%E3%80%91%E4%B8%80%E7%AA%BA%E5%A0%82%E5%A5%A7%E2%94%80%E2%94%80%E6%88%91%E7%9A%84%E7%BE%8E%E5%9C%8B%E5%A4%A7%E9%81%B8%E9%81%B8%E5%8B%99%E7%B6%93%E9%A9%97>

## 柒、建議事項

電子投票機帶來數位化的認證、投票、計票方式，透過電子投票機有望加速公投選舉流程、節省民眾時間、減輕選務工作負擔。近年陸續有國家開始在各項選舉導入電子投票機制，但也有因風險、成本等爭議考量，試辦後予以喊停。根據現階段團隊初步研究結果與發現，並考量台灣現況，針對將電子投票機制運用於本國公民投票之可行性，提出以下建議：

### 一、以租賃電子投票機方式進行小規模試辦

據中選會統計，台灣 2018 年九合一公投綁大選全台設置 17,232 個投開票所，平均每個投票所設置選務人員 13.5 人、公投人員 6 人，全台出動 27.9 萬選務人力，加上 1.6 萬警力，合計共 29.6 萬人。大選花費 31.9 億元，十項公投約 15 億元。

在不熟悉電子投票機系統合用性與設備穩定性下，貿然採取購買方案，風險過大。謝美玲(2016)認為最好先進行試驗計畫 (a pilot program)，小規模的測試新技術<sup>50</sup>。以租賃方式進行小規模的電子投票機公投試辦。除了可降低試辦成本外，亦可以從中學習電子投票相關的經驗，並從都市與偏鄉多元化的選民中了解民眾對於使用電子投票機的接受度與可能面對的問題。

試辦電子投票機的目的除了在了解民眾對於新的投票方式接受度外，更重要是透過小型試辦能多方面了解機器使用與配套流程等相關問題。為了更全面掌握電子投票機使用反應與場域適用性，在試辦場域遴選上，可參照印度導入經驗以教育程度越高、越能接受這種改變的地區越早引進，建議場域應以包含都市、偏鄉的縣市優先；此外在選民組成上應盡量男女比例接近、且能包含新住民、原住民、身障、老年人口等條件。六都教育程度與接受度來說，應優於其他縣市；縣市合併後，各都均包含有都市與偏遠地區。以外配新住民數目來說，107 年與外籍配偶結婚登記，以新北市 3,928 人最多，臺北市

---

<sup>50</sup> 謝美玲，赴印度參加「選舉管理：科技的角色」選務人員能力建構課程出國報告(105 年 12 月)

2,574 人居次<sup>51</sup>。65 歲以上老年人口以新北市 539,705 人為居第一，臺北市 458,635 人居次。六都中 15 歲以上原住民人口以桃園 56,523 人最多，新北 43,916 人居次。綜上條件，新北市相當適合作為首次試辦縣市。

為了降低全面導入電子投票機可能造成的衝擊，建議公投試辦傳統紙本投票與電子投票機雙軌並行方式，民眾可依其意願選擇投票方式。2018 年公投新北市共設置 2,446 處投票所，選務人員高達 4 萬 7,000 多人<sup>52</sup>。以下新北市作為 4 個公投案試辦場域，依每個投票所配置 4 個圈票處(2 個傳統紙本圈選處、2 個電子投票機圈選處)，電子投票機備援比率 2.5%進行公投試辦電子投票機相關費用估算。試辦採申請制，由於申請人散處各處，恐影響使用電子投票機投票意願，且不易了解大量使用下可能遭遇的狀況，造成評估上的偏誤。

人力與環境成本方面，依據中央選舉委員會 106 年 10 月 30 日中選人字第 1060024504 號函及行政院 106 年 10 月 26 日院授人給字第 1060059840 號函，2018 年主任管理員在大選選務的工作津貼是 3,800 元，公投每增 1 案多 120 元公投津貼，5 個公投案合計有 4,280 元津貼；主任監察員選務工作津貼是 3,100 元，公投津貼每增 1 案多 110 元，5 公投案合計 3,540 元；管理員選務津貼 2,500 元，公投每多 1 案多 100 元，5 公投案合計 2,900 元；公投監察員選務津貼 1,700 元，公投每多 1 案多 100 元，5 公投案合計 2,100 元；警衛 2,000 元，公投每多 1 案多 100 元，5 公投案合計 2,400 元；預備員選務津貼 1,800 元<sup>53</sup>。參照政大選舉研究中心估算，考量文書輔助用品、工作手冊、餐飲佈置、票匱、遮屏等項目，

---

<sup>51</sup> 內政部，各縣市主要內政統計指標排序(107 年度)，

[https://www.moi.gov.tw/files/site\\_node\\_file/8188/107%e5%b9%b4%e7%b8%a3%e5%b8%82%e6%8e%92%e5%ba%8f.pdf](https://www.moi.gov.tw/files/site_node_file/8188/107%e5%b9%b4%e7%b8%a3%e5%b8%82%e6%8e%92%e5%ba%8f.pdf)

<sup>52</sup> 史上全國最大票倉 新北選舉+公投票逾 4300 萬張，自由時報(2018/11/22)，

<https://news.ltn.com.tw/news/politics/breakingnews/2621108>

<sup>53</sup> 因應大選人力荒 公教參與選務可以「做 1 休 2」，自由時報(2018/9/21)，

<https://news.ltn.com.tw/news/politics/breakingnews/2557758>

---

每個投票所選務成本約 51,060 元。若包含技術人員駐點成本 5,000 元/天、投開票所環境設施成本(4 臺 UPS 與發電機)19,500 元，則每個投票所成本約 7.56 萬元，新北市整體投票所成本約 1.85 億元(=7.56 萬\*2,446)。若採租賃方案，技術人員由供應商負責，新北市整體投票所成本約 1.73 億元(=7.06 萬\*2,446)。

表 6 單一投開票選務人力成本

項次	項目	單位	編列標準	說明
1.	投開票所工作人員津貼	所	以四個公投案為例 主任管理員3800元+120元/案*4案=4280元 主任監察員3100元+110元/案*4案=3650元 管理員2500元+100元/案*4案=2900元 監察員1700元+100元/案*4案=2100元 警衛:2000元+100元/案*4案=2400元 預備員:1800元	以每所10人計(主任管理員1人、主任監察員1人、管理員4人、監察員2人、警衛1人、預備員1人): 4280*1+3650*1+2900*4+2100*2+2400*1+1800=
2.	投開票所工作人員講習費	人	200	以每所10人計 200X10=2000 小計:2000元
3.	投開票所需材料、紙張、文具等用品費	所	1000元	小計:1000元
4.	印置投開票所工作人員手冊	冊	15元	工作人員10人 15X10=150 小計:150元

5.	投開票所茶水、餐費、布置等經費	所	2500元	小計:2500元
6.	投開票所簡易無障礙設施	所	4500元	小計:4500元
7.	視障者投票輔助器	個	265元	以每所2個計 265X2=530 小計:530元
8.	投票匭	個	250元	以每所5個計 250X5=1250 小計:1250元
9.	遮屏	個	2800	以每所4個計 2800X4=11200 小計:11200元
總計		51,060元		

資料來源:參照政治大學選舉研究中心與中選會公告修正<sup>54</sup>

若以美國平均一台 5,000 美元估算，以買斷方式購買電子投票機採購成本約 7.77 億元 (=2,446\*2\*1.025\*5000\*31)，此外依政大選舉研究中心數值估算，尚須包含一年倉儲成本約 3,478 萬(2,446\*2\*1.025\*578\*12) 與選舉日運輸成本 250.7 萬(=2,446\*2\*1.025\*500 元/臺)，電子投票機部分成本約 8.14 億元。

若採中選會雛型機試辦，依政大選舉研究中心數值估算該雛型機設備總成本 21.2 萬<sup>55</sup>，

<sup>54</sup> 政治大學選舉研究中心，電子投票技術及運作機制研究計畫應用於多選舉區不在籍投票之雛型系統設計，民國 103 年 5 月

<sup>55</sup> 同上

則投票機部分約 10.63 億(=2,446\*2\*1.025\*21.2 萬)。若包含上述一年倉儲成本 3,477.9 萬(=2,446\*2\*1.025\*578\*12)與離型機使用的軟體與驗證成本 2,100 萬(正式版開發成本 300 萬與資安驗證成本 1,800 萬)，與選舉日運輸成本 250.7 萬(=2,446\*2\*1.025\*500 元/臺)，則電子投票機部分成本約 11.21 億。

印度 EVM 目前並無海外租賃銷售規劃，租賃印度式電子投票機不具可行性。若採印度自製方式，每臺價格約新台幣 7,300 元，則投票機部分約 3,660.4 萬(=2,446\*2\*1.025\*7,300)。若包含上述一年倉儲成本 3,477.9 萬(=2,446\*2\*1.025\*578\*12)與離型機使用的軟體與驗證成本 2,100 萬(正式版開發成本 300 萬與資安驗證成本 1,800 萬)，與選舉日運輸成本 250.7 萬(=2,446\*2\*1.025\*500 元/臺)，則電子投票機部分成本約 9,489 萬。

若採菲律賓電子投票機以租賃方案估算，一台電子投票機含基本配件與後續維護合約等約 1,000 美元。則電子投票機部分租賃成本(不需另行開發軟體與驗證)約 1.55 億元(=2,446\*2\*1.025\*1000\*31)。由於是租賃，不需另行負擔倉儲成本與運輸成本。

若納入整體投票所成本，新北市若採購美國同等級機型，總成本總計約 9.99 億；若採中選會離型機試辦，總成本約為 13.06 億；若採印度式自製機型試辦，成本總計約 2.79 億；若採菲律賓式租賃案，成本約 3.28 億。

建議採競爭式的兩階段試辦，由國際遴選 2 組團隊針對台灣公投進行規劃提案，並規劃場域讓業者進行測試，並與政府分享測試數據。由中選會邀請專家評估後，在從中選出 1 組團隊獲得試辦資格，規劃首次的公投試辦。

為了了解試辦成效，建議可選一個千人公投選區，透過讓該區選民 500 人使用紙本投票，500 人使用電子投票。投完票後，再以同樣的題組，例如問投票使用的時間、使用電子投票的意願等等，再進行統計分析，作為未來再到擴大到一般投票的評估參考。

## 二、發展因應數位身分證具可驗證的公投流程機制設計

台灣戶籍制度完善，過去會依在籍資料造冊，進行選票發放。內政部規劃 2020 年 10 月全面啟動「多卡合一的晶片國民身分證(eID)」換發，新的數位身分證將結合自然人憑證，具備實體身分證與虛擬身分認證功能。未來我國新的晶片國民身分證發行，預計帶

來公投身分驗證與投票流程上的改變。

電子投票機的爭議不斷，尤以美國為最。除了系統遭受入侵疑慮外，有時候爭議不是機器本身，而是來自程序問題，對於面對開票計票爭議，選民需要可驗證核實的流程機制，減少盲目採信機器數字的風險，降低社會成本。

eID 作為人別註冊識別仍不多，主要用在線上投票驗證上。印度則是少數可申請類似我國自然人憑證的身分識別卡(id card)進行選舉人別確認國家。目前數位化程度較高的電子投票機已有提供晶片刷卡、讀卡等辨識功能，但多數採取智慧卡或選票卡方式，作為啟動投票機使用。

謝美玲(2016)提到植基於戶籍制度及戶役政資訊系統，選舉人名冊由戶政機關主動編造，選民毋須進行選舉人登記，更能周全保障投票權益，也減少整體社會及行政成本<sup>56</sup>。由於我國戶政系統完善，未來公投投票時，初期建議可透過戶政系統串連或是將選民資料放入讀卡機，以自然人憑證或 eID 方式直接進行人別確認，取代選舉名冊的印製與簽驗手續，加快投票流程。而有關啟動投票機部分，目前機型多以另外發給智慧卡方式設計，加上國內自然人憑證與 Eid 尚未普及，短期試辦建議延用智慧卡方式啟動機器。內政部預計 2023 年 3 月完成全台 2359 萬人數位身分證(New eID)換發，中選會已規劃連署公投案可使用自然人憑證進行電子連署，未來數位身分識別證已內含自然人憑證功能，可直接利用數位身分識別證進行公投連署。但由於我國數位身分證(New eID)規劃只具備身份驗證功能，不能存取其他資料，要在電子投票機直接使用數位身分證作為身分識別，首先要解決已投票的註記問題。既然無法在數位身分證上直接註記，如果要在電子投票機內建資料庫及不同選票，那只能規定用在籍投票；若要推廣至不在籍投票，則需與選舉名冊資料庫進行串聯，否則無法杜絕重複投票風險。要避免拿卡代投，可以透過搭配生物識別方式來管控，但需結合國人生物識別資料庫，工程較大。要避免兩地重複投票，則

---

<sup>56</sup> 謝美玲，赴印度參加「選舉管理：科技的角色」選務人員能力建構課程出國報告(105 年 12 月)

需全臺聯網使用共同的選舉名冊資料庫，在資料庫上進行已投票註記。若能克服上述聯網顧慮，未來確定大規模導入與 eID 普遍使用時，可與電子投票機供應商要求進行客製化，直接使用 eID 作為啟動機器的裝置。

### 三、邀約專家進行資安測試與驗票機制

為降低電子投票機的資安疑慮，應要求投票機業者開放軟體原始碼提供檢驗，讓外部民眾與研究人員進行檢查漏洞檢測。建議中選會可仿瑞士郵政電子投票系統賞金獵人 (Bug Bounty Program) 作法<sup>57</sup>，舉辦公共入侵測試並請業主提供開放源碼，邀請專家、民間高手、大學團隊共同來檢視電子投票機的安全性，提出改善建議。瑞士郵政作法是成立一個平台，想要參加測試的人員先至平台註冊。參加者找到系統漏洞後可將結果上傳，由獨立的 SCRT 公司審查，確認後再將結果交予瑞士郵政核發 100 元到 5 萬不等的瑞士法郎獎金。印度 Debnath 學者則建議臺灣可採開放測試(open house)方式，把電子投票機放在某處，讓政黨各自找專家來看看是否可以破解。若專家們都無法找出破綻，那就應該要能接受電子投票機的使用。

此外，需要邀請各黨專家針對驗票機制進行討論。例如 2019 年 4 月印度第 17 屆國會下院大選，安德拉省發生電子投票機故障，引發計票疑慮。後來才提出半數電子投票應經紙本選票核對機(VVPAT)核對之做法。中選會亦應在投票前邀集專家及各黨派代表共同討論，當有投票疑慮發生，需要如何進行驗票?例如是否需要驗票後，由各候選人派人至投票所進行確認。確認後票數再由選務人員發出，降低大規模重新驗票的風險與社會成本。

### 四、建議機型

---

<sup>57</sup> 黃彥均，瑞士電子投票系統開放全球駭客挑戰，最高獎金 150 萬，TechNews(2019/2/14)  
<http://technews.tw/2019/02/14/swiss-posts-e-voting-system-public-hacker-test/>

投票機類型各異，體積、功能、價格都有很大差異，也各有優勢。例如大台的電子投票機成本高、需要較大空間，但可能有利於老人家使用；而小台的電子投票機輕便，對於備用機的準備上也更為方便。

由於在美國紐澤西就發生過使用投票機時，由於觸控螢幕過於敏感造成民眾誤投情況<sup>58</sup>。針對這部分，建議試辦公投前，可邀請相關使用者(如身障、銀髮族)進行電子投票機的易用性測試，了解可能遇到問題，設計輔助措施便利投票。

為了透過紀錄、觀察、分析國人對三種不同投票機的使用需求，本計畫透過設計原型機 (Prototype) 的實測過程，來了解使用者在使用不同類型之投票機在易用性 (Usability)、操作所花時間、學習性上的差異，以此找出適合我國公民的電子投票機。為了解國際現有不同類型之電子投票機在易用性 (Usability)、使用效率 (Efficiency)、學習性 (Learnability) 的表現。本實驗參考了國際現有三種不同的電子投票機與國內現有投票流程，以美國觸控式、菲律賓光學式與印度簡易式三種電子投票機為基礎，設計了三種機器原型 (Prototype)。



資料來源：本計劃整理

圖 27 電子投票機三種原型機

並招募了「數位弱勢」、「首投青年」、「新住民」等類別共 15 位受測者進行易用性測

<sup>58</sup> 崔傲霜，防選舉爭議 各州引用電子投票，TVBS(2004/11/3)，  
[news.tvbs.com.tw/other/470087?from=Copy\\_content](http://news.tvbs.com.tw/other/470087?from=Copy_content)

試 (Usability Test)。



資料來源：本計劃整理

圖 28 電子投票機易用性測試流程

測試由一位主持人（圖左）、一位受測者（圖右）、一位紀錄員（圖外）三人進行。主持人負責引導受測者依序完成題目\*，如「插入卡片啟動機器」「依題目依序作答」等，並適時給予提示和在測試結束後訪談，紀錄原則負責紀錄時間。加以分析並提出改善建議，作為我國未來採用電子投票機的參考依據。整體測試流程如下圖，相關測試細節請參照「附件四、易用性測試」。



資料來源：本計劃整理

圖 29 電子投票機易用性操作任務實測

根據此次原型機測試，發現如下。



平均所花時間\*：印度式<美國式<菲國式



平均SUS 分數\*：菲國式<美國式<印度式

註解1：分數越高越好，此分僅印度（69.75分）遠 68 分平均標準。



相對信任度：美國式<菲國式<印度式

資料來源：本計劃整理

圖 30 電子投票機易用性操作成績排序

原型機易用性測試整體發現如下：

1. 印度簡易式 EVM 表現最佳

SUS 分數最高、任務完成度最高、所花時間最少、相對最信任。

2. 票據列印設計讓使用者更放心

印度與菲國式在投票後會印出結果供確認，此設計能讓使用者對設備更安心。

由於目前部分電子投票機採模組化設計，可視需求搭配指紋辨識、虹膜辨識、

3. 需考量視力於設備設計的問題

設備的字體大小、色彩對比、字型種類、亮度需要為視力不佳者（如年長者、低視力人士）進行設想。

4. 加入聽力播題的設計

部分人士如視障人士或新住民在閱讀文字的能力較弱，用聽力播放題目可以降低誤解的可能性。

5. 「廢票」作為一種顯性選項

投票設備設計時，應該在選項上加入廢票紐的設計，保障投票者有選擇「不作答/投廢票」的權利。

6. 研議多語言的可能性

面對台灣多元族群，電子化的設備更易於切換不同的語言，是否可能參考如美國在選票和設備上有切換不同語言的設計。

從民眾偏好來看，印度簡易按鍵式設計最受青睞。觸控式對年長者使用上障礙較大，劃卡掃描方式則普遍有耗工、麻煩、易被竄改等疑慮。為降低中高齡數位弱勢長者的操作困難，未來國內建議仿照印度簡易按鍵式使用實體按鍵和面板的投票機設計。民眾對於列印出選票結果驗證表示能有效提高其對電子投票的信任，未來應作為電子投票標準配備。再者應將電子投票機的輔助功能納入考量，如字體、播音等，以利視障、長者、外配等族群使用。至於臉部辨識等功能進行客製化，未來中選會可依法規與民眾需求，遴選合適的電子投票機款型。

另外，中選會在 2013 年委託政治大學選舉研究中心開發螢幕觸控式電子投票機雛型。該機型採 KIOSK 方式設計，選民僅能使用使用觸控式螢幕與票卡插入口。機體下方為票卡收集箱，用以儲存保管投入的票卡。投票機以 CMMI 原則進行開發，使用 AES 進階加密標準與 RSA 數位簽章系統機制進行資料加密，並配合亂數產生器，系統啟動時需由主任管理員於系統中登入密碼。為確保主任管理員於投票當天才可啟動投票系統，系統登入所需之密碼將於投票當日以簡訊方式通知主任管理員<sup>59</sup>。

從機體設計來看，該型機器採 KIOSK 方式，相較於目前常見投票機體型相對龐大，不利投票機的佈建搬運，備援、庫存成本也會增加。相較於目前常見的驗證措施上面，該機投票資料儲存部分少了常見的 SD 或隨身碟同步備份機制。此外，也缺乏備援電池等相關設計。一般為了保存，電子投票機列印紙是採專利的紙，並非普通紙張列印。此外缺乏對視障選民提供搭配耳機與遙控器的擴充設計。

在軟體方面上，該機使用 WINDOWS 系統與目前常用的安卓系統有所差別，安卓系統是全客製的。從美國經驗看，未來 WINDOWS 版本維護是個問題。依照國內安勤生產商在美國市場經驗，電子投票機作業系統要客製，需配合軟體跟安全性的要求去客製安卓系統。在作業系統開發階段，安勤時常需將作業系統提供品牌商進行測試驗

---

<sup>59</sup> 政治大學選舉研究中心(2014)，電子投票技術及運作機制研究計畫--應用於多選舉區不在籍投票之雛型系統設計

---

證，品牌商甚至派一組人員進駐在安勤美國分公司，互動非常緊密。安勤出空機加安卓 8.1 版作業系統，交付品牌商後，品牌商再行灌入其投票軟體並經過聯邦認證，一般程序就需耗時 2 年。從雛型機軟體開發成本為 200 萬，資安驗證成本 1,800 萬來看，也低估了。

從開發成本看，該雛型機設備總成本共 21.2 萬，成本偏高。若將雛型機進行升級改版，符合 FIPS 140-2 及 Common Criteria 安全認證為目標，除了成本所費不貲，軟體開發、修正與驗證所需時間都是一大挑戰。



資料來源：電子投票技術及運作機制研究計畫<sup>60</sup>

圖 31 中選會開發電子投票雛型機

表 7 印美菲電子投票機與本國雛型電子投票機比較

	印度	美國	菲律賓	本國研究雛型
機器投票方式	按鍵式	螢幕觸控式	光學掃描式	螢幕觸控式

<sup>60</sup> 政治大學選舉研究中心(2014)，電子投票技術及運作機制研究計畫--應用於多選舉區不在籍投票之雛型系統設計

是否有紙本選票	否	否	是	否
最後是否印出投票結果	會印出後讓選民核對無誤後，投進投票筒	N/A	會印出留存，並由選務人員摺疊後投入保管箱收存	有，
避免重複投票方式	使用特殊墨水滴於指頭	選舉卡註記	使用特殊墨水滴於指頭	透過發放投票卡確認身份
選舉主管機關	選舉委員會(ECI)	選舉協助委員會(EAC)	選舉委員會(COMELEC)	中央選舉委員會
設備製造商	巴拉特電子有限公司(Bharat Electronics Limited, BEL)	Election Systems & Software, ES&S、Hart InterCivic、Dominion Voting、Smartmatic	Smartmatic	政治大學選舉研究中心(游清鑫、左瑞麟、王宏文、俞振華、經緯智慧科技股份有限公司)
投票機資訊安全相關疑慮	N/A	軟體及機器老舊、供應商被併購、惡意程式攻擊	故障率過高	N/A
加強資訊安全方式	使用密碼、軟體分開研發、一次性晶片燒錄等方式	N/A	N/A	以 CMMI 原則進行開發，使用 AES 與 RSA 加密機制進行資料加密，並配合亂數產生器強化安全。

資料來源：本研究整理

國際選舉制度基金會(IFES)主席強調科技之運用需考量可及性(Accessible)、資訊安全(Secure)、可課責性(Accountable)、可驗證性(Auditable)、透明(Transparent)及永續(Sustainable)等原則<sup>61</sup>。由於未來公投導入電子投票機建議採行傳統與電子並行雙軌制，電

<sup>61</sup> 張博雅、余明賢、莊國祥、李美雲、賴宗佑，參加印度選舉委員會成立 60 周年會慶及「選舉實務典範」研討會報告(100 年 4 月)

子投票機操作便利性可能並非首要考量，使用機型時尚需考量整體成本、資安、數位落差、節省時間與正確性等其他因素。經下表評估，推薦我國採用電子投票機順序為印度實體按鍵式、美國觸控式、菲律賓光學掃描式。

表 8 電子投票機採用評估

電子投票機 種類 比較 類型	印度 實體按鍵式	菲律賓 光學式掃描式	美國 觸控式
整體成本 (低 1↔ 3 高)	1	2	3
資訊安全 (佳 1↔ 3 劣)	1	3	2
數位落差 (無 1↔ 3 有)	1	3	2
節省時間 (多 1↔ 3 少)	3	1	2
正確性 (佳 1↔ 3 劣)	1	3	2
信任度 (佳 1↔ 3 劣)	1	3	2
<b>總體平均</b>	1	3	2

資料來源：本計劃整理

以我國公投情況分析，領票程序尚可，瓶頸在於讀題投票耗時，排隊人龍無法消化。在以每個投票所 2 臺電子投票機的規模下，美國觸控式與印度按鍵式電子投票機相較於傳統紙本圈選，並無法大幅提高投票的速度，其效益主要呈現在計票時間的節省上。美國解決方式是提供大量的電子投票機紓解等待選民，菲律賓則採領票後提供多個座位讓多位選民同時劃卡，劃好的優先掃描，投票所內比較不會出現堵車情況。考慮臺灣現行多

數投票地點大小、電子投票機價格，臺灣試辦不適合像美國在投票所內設置數十臺的投票機緩解排隊人潮。未來臺灣試辦採傳統紙本投票與電子投票機雙軌並行、且採同樣題序作法下，可開放民眾帶小抄入場投票，減少現場讀題的時間，加速投票流程。若此，光學式劃卡與觸控式、按鍵式的節省時間差異並不大。

#### 五、電子投票流程與相關期程建議

要推動施行電子投票最少時程需要 2 年，要給足時間。這包含完成必要的法規調整、採購與技術性訓練與選民認知。很重要的一點，由於電子投票機系統是設計以某種方式來使用，若法規需要改變這些程序，可能會產生顯著的成本、延遲，甚至無法實行，因此建議先選好配合廠商。再與投票機業者緊密合作來發展合適法規與相關規劃。在供應商選擇上，因為選舉狀況多，為了讓選舉能 100%在擇定日期與時間施行，建議較有經驗、產品經過美國選舉協助委員會認證的業者合作，不要單純從價格思考。選舉程序是一種遊戲規則，中選會要透過製造商去了解遊戲規則的全貌會有一定的難度，建議要建立這樣規則要找顧問公司一起參與。

系統施行方面，選舉前要作的標準流程包含電子投票機的接受性測試(acceptance)應在機器被接受的當下進行，以確保機器所有功能正常，公開的邏輯與正確性測試(logic and accuracy test)應在選舉前舉辦。操作測試(Operation test)應包含傳輸、備用電池使用、裝置更替等程序。模擬選舉測試(Mock-election)此項端點到端點(end-to-end)測試確保選舉日每件事情均已就緒。選民認知與訓練方面，應在為選舉日在投票中新的多數選民訓練進行準備。各國政府為讓民眾了解如何使用電子投票機，事前會有數個月的宣導期，大量密集在電視、收音機電臺、地方海報、網路視頻等方式進行持續性的宣導。

選舉當天早上進行電子投票機配置，為考量選務安全，電子投票機器應由政府配送。為了防弊，可仿印度在每臺電子投票機設定序號，並將配置的投票所隨機排列，投票箱亦隨機編號送至不同投票所，機器啟動號碼可當天發給各開票所負責選務人員。電子投票機送至各開票所後，選務人員應在相關人見證下確認相關封條無誤，再進行啟動，並確認目前機器相關投票計數屬空機可操作狀態。以上作法，都是在降低投票造假可能。

公投日民眾進入投票所建議短期先延續傳統選舉名冊進行身分驗證，未來再就戶政系統驗證串連，日後可直接利用類似百貨周年慶領禮品 POS 機方式，利用自然人憑證或 EID 完成人別認證。國外為避免重複投票會以特製墨水點在投票人手上，並發給選務卡/智慧卡。我國戶政系統完善，應可忽略點墨水步驟。

選民進入投票間後，選務人員可用控制單元/iButton 方式啟動投票單元，或是採選民插入選務卡/智慧卡方式啟動機器進行投票。按完選票後，紙本稽核列印模組(VVPAT)以熱轉印方式印出投票紀錄，選民在確認資料無誤後，將熱轉印紙投入回收票箱，完成投票。若發生投票與 VVPAT 不符情形，選民可向選務人員反應，重新投選。

選務結束後，由選務人員按下電子投票機上的「結束投票」鍵。選務人員一旦按下該鍵，就不能再啟動。然後在相關人士見證下，將投票結果輸出，各黨確認無誤後，上傳數據回選務中心統一計票。若擔心駭客竄改，可輔以視訊或傳真方式確認。各開票所若有票數疑慮，可以選票核對機(VVPAT)方式進行確認，避免彙整至選務中心後再翻盤，浪費核對成本。真發生質疑事件，中選會選後可以抽驗 5%機器作為驗證，避免再行重新全部計票。

#### 六、邀請業者共同評估後續發展方案

從技術面來看，電子投票機的軟體與硬體產製技術也都相當成熟。但不論從臺灣或全球整體產業面觀察，電子投票機仍屬於利基型市場。由於電子投票機需因應各地不同規範，規格特殊，相較於一般個人電腦，電子投票機需要較高的客製化程度、保固期也較長，銷售量亦也不夠大，臺灣電子五哥商業模式比較不適合電子投票機方案。故目前硬體生產主要由工業電腦廠商負責國內廠商，現階段手指頭就能數出來。

我國為資通訊強國，不論是硬體製造或是軟體開發，均有出色表現。從電子投票機全球產業鏈來看，我國業者主要占據製造設計與生產環節，軟體與整體解決方案主要掌握在國外品牌商手中。與國外品牌商形成策略聯盟，由品牌商負責標案與軟體開發，我國業者負責製造生產，是我國電子投票機業者目前最常見的營運模式。除了 Smartmatic 已在新店設立電子投票機研發中心、並於五股設廠生產外，國內業者威強電與安勤科技也陸續打開美國電子投票機市場，元太也打入孟加拉市場。由於分工涇渭分明，加上電子投票機商機常與政治關係密切，國內業者現階段對於國際電子投票機市場的掌握度相對有限。建議在邀請國內相關業者，包含電信商、電腦商、軟體等資通訊業者，依據小規模試辦結果共同評估為台灣客製化的電子投票機解決方案的可行性。

安全的硬體設計是完善資安防範的第一步，透過本土業者參與，除可降低資安疑慮外，

亦可透過國際業者合作，提供在地服務，進一步降低生產與維運成本，發展適合我國公投的採購或租賃方案，帶動我國電子投票機產業成長。從軟體技術來看，現行營幕觸控式的電子投票機主流採取安卓系統，亦用使用微軟 windows 系統。我國雖具備電子投票機軟體自製的相關技術水準，但目前缺乏具公信力的資安驗證機制與公投流程。若逕行採取軟體自製開發，後續可能要花費更大功夫與成本來建立民眾對軟體的信任。2019年3月美國國防部的國防高級研究計劃局(DARPA)投入一千萬美元，由 Galois 使用 DARPA 開發的安全硬體進行設計，協助開發新一代的開源投票系統，該系統的原型將免費提供民眾或投票機供應商客製化使用<sup>62</sup>。未來中選會可評估，若要推動電子投票機，可仿美國國防部投資開發類似系統，提高投票的安全性、降低業者開發成本。

電子投票機如同電腦產業，微笑曲線的兩端才真正享有高利潤。投票機產業的前後端比較牽扯到各國的遊戲規則，很多落後國家(如巴西)不單純是商業的因素，很多需要桌面下運作部分，臺灣比較不容易接觸到。美國市場最大，國際品牌商還是以美國三大業者為主，其他地方很多是一次性的接單。由於國內市場有限，政府若有意提升國內電子投票機產業，勢必朝國際市場發展。進軍海外市場。不論現有的硬體業者出口或是未來軟硬結合的整體輸出方案，業者均面臨場域實證導入的難題。建議政府單位可協調開放電子投票機試辦場域，協助業者樹立成功實績。透過試辦實績，業者才能說服海外客戶採行所提方案。此外，與相關業者或法人合作進行軟體多語化轉換，縮短軟體在地化轉化時間與成本，提升電子投票機國際輸出競爭力。

---

<sup>62</sup> 黃嫻，投票機爭議大，美國防部砸 1 千萬美元設計開源電子投票系統，TechNews(2019/3/18)，

<https://technews.tw/2019/03/18/darpa-voting-machine-project/>

---

## 捌、結論

在 2018 年的公投中狀況頻仍，例如長者怨公投票字太小、投哪個票匱搞不清楚造成誤投、不滿票匱數太少、公投小抄投入票匱、票匱沒封條等外，在主任管理委員送交「投開票報告表」亦有發生過填寫錯誤情形。此外隨著社會發展，國內擔任選務工作人員意願不高，常需到處拜託，選務工作人員越來越難找。2018 年還特別透過提高選務津貼與增休一日方式，才能募集足夠人員；部分選務人員的由於不是長期參與選務工作，疏失難免。陳英鈞(2018)等提到開票方式係採逐張檢票、唱票、記票、整票計票方式進行，雖具有高度的公信力，惟較為耗費時間，目前採行的國家極少<sup>63</sup>。

現行美國、菲律賓彙整開票資料作法，主要是在計票完成後，投票結果透過專線或無線傳遞的 GPRS (General Packet Radio Service) 數據模組上傳，以 256 位元 AES (Advanced Encryption Standard) 對稱加密方式進行傳遞。雖各投開票所上傳投票結果時間不固定、連線時間短暫，加上 256 位元的加密方式，要在這麼短時間破譯竄改傳輸資料內容非常不易。但駭客無孔不入，DEFCON Voting Village 2019 年報告中提宣稱只要電子投票機聯網後，駭客即可由遠端操作修改記憶卡。為了杜絕這樣的未知風險，採用印度式全程離線的作法更為安全。

目前臺灣投票所在完成開票後，由主任管理員會同主任監察員填寫選舉投(開)票報告表，各一式 3 份。除第 1 份張貼在開票所門首外，第 2 份應先裝入封袋由主任管理員會同主任監察員簽章密封，先派工作人員 1 人，送至鄉(鎮、市)公所核對無誤後輸入電腦；第 3 份在開票所關閉後，由主任管理員會同主任監察員送回鄉(鎮、市)公所，鄉(鎮、市)公所收到主任管理員送回的投(開)票報告表，應與之前收到的投(開)票報告表核對，2 份報告表如有不一致之處，應向主任管理員查明更正<sup>64</sup>。建議未來公投導入電子投票機全程離線作業下，在開票所透過電子投票機顯示開票數後，可經由相同程序謄寫投(開)票報告表一式

---

<sup>63</sup> 陳英鈞、陳宗蔚，赴德國考察選舉及公民投票實施概況出國報告(107 年 10 月)

<sup>64</sup> 卓佳瑜，投開票實務簡報，新北市選舉委員會。

2份，第3份可酌以電子投票機配備的一次性記憶卡替代。由於過往開票耗時最多在亮票、計票過程，透過電子計票可大幅減少所需人力與時間。俞振華(2012)等認為若採用電子投票第一階段開始推動電子投票，一定需要更多輔導人力與資訊人力，上手後預計可節省一半人力。但為因應電子投票機各種突發狀況，上萬名工程師支援亦需納入考量<sup>65</sup>。

張博雅等提到我國自民國93年使用之選務系統即利用網路技術進行選務管理，其使用對象設定為選務人員，並有嚴密的網路安全管控。此項系統成功改善過去抄錄資料耗時易滋錯誤之缺點，加快候選人登記速報及投開票所工作人員資料管理，提高工作效率與品質<sup>66</sup>。由於臺灣交通便利，加上現行通報計票方法行之多年已獲社會一定信賴，可以減少新建傳輸專線等需求，建議沿用之。

針對離線電子投票機系統更新的方便性，若使用租賃方案應無此顧慮，系統更新部分完全由業者負責。惟若以使用嚴謹美國標準認證的電子投票機為前提的話，需要預留一定更新時間給業者。因為電子投票機只能照送審規格生產，任何升級更動需要再作追加認證。若未來使用機型留有預留聯網功能，雖可在安全獨立的VPN環境下利用聯網方式更新，但在佈建投票機期間，會增添遭駭風險。未來不論是採自製或買斷方式，建議可單臺單臺以USB方式進行更新，該部分作業可委託業者提供系統必要的更新服務。

根據菲律賓與印度實際訪談發現，電子投票機確實縮短了投票計票的時間。菲律賓DemocracyWatch就表示電子投票機確實比傳統紙本程序快，粗估可從4分鐘加速到100秒內。2010年未導入電子投票前，投完票的開票程序，2小時內只開出17%的票，導入電子投票後，2小時已可開出66%的票。菲國選委會COMELEC表示VCM的投票加速性快過於DRE，但後者的機種較貴且有較多的紙張耗材。印度由於人口眾多、幅員廣闊，但EVM數量有限，

---

<sup>65</sup> 俞振華、蔡佳泓、莊文忠、王宏文，實施電子投票成本效益分析架構之研究—以日本、韓國與菲律賓電子投票推動情形為例(101年3月)

<sup>66</sup> 張博雅、余明賢、莊國祥、李美雲、賴宗佑，參加印度選舉委員會成立60周年會慶及「選舉實務典範」研討會報告(100年4月)

目前使用上是一區一區輪流使用，以最近一次選舉來說，選期就長達 39 天。印度教授提到印度施行電子投票已久，雖電子投票較傳統投票省了多少時間並不清楚，但 EVM 確實提高電子投票過程的正平性，也減少人為錯誤(蓋在候選人隔線中間、重複戳印等)、增進開票效率。

蔡佳泓(2019)<sup>67</sup>等認為我國投開票所內的作業流程在資通訊運用程度不高，而謝美玲(2016)提到「選舉科技之引進貴在慎始」，認為科技化是一股不可逆的趨勢，但選舉新科技之採行，是一項公共政策，有賴妥善進行評估，達到高效，不應為了建置系統而建置。要成功導入電子投票機，重點不在科技，而是社會的信任。經整體評估，對於臺灣導入電子投票帶來的公民投票制度變革，仍有許多問題尚待克服，說明如下：

- 一、信任度不足：投票過程的完全電子化，其流程與透明度的差異，能否獲得政黨、候選人及廣大選民認識與信任？後續可能衍生政治爭議及訴訟。
- 二、數位落差問題：電子投票之操作改變民眾長久熟悉之投票模式，可能因數位落差問題導致民眾接受度不同或使用不熟悉反而造成投票時間加長，產生更多民怨。另公投採電子投票而選舉採傳統投票、唱票及計票，民眾一年採電子投票，一年採傳統投票，將使民眾更不易熟悉投票程序，仍須審慎考量。
- 三、無法確保資安無虞：資安沒有百分之百安全，即使經過各項國際標準驗證通過，也不能表示資安無虞，隨著科技進步，每年均會發現許多新的軟體漏洞，應因世界駭客及對岸網軍威脅，電子投票難以確保資安無虞，瑞士亦於今(108)年因資安因素暫停實施電子投票。
- 四、高昂成本：新增電子投票設備之建置、維護及教育訓練成本。以 1 個投開票所佈署 3 台觸控電子投票機為例，1 台觸控電子投票機約新臺幣 20 萬元，全國 1 萬 7,232 個投開票所，所需花費 103 億 3,920 萬元，所費不貲，另日本政府亦因電子投票設備

---

<sup>67</sup> 蔡佳泓、蔡金誥、賴宗佑，赴菲律賓共和國參加 2018 年亞洲選舉官署協會 (AAEA) 執行委員會出國報告(108 年 1 月)

---

成本較傳統開票、計票方式高，而仍採用傳統投開票及計票方式。

綜上，電子投票可能因上開信任度不足產生政治爭議、數位落差問題產生投票時間加長、難以確保資安無虞及高昂成本，雖可省卻開票及計票時間，提前數小時知悉投票結果，但付出之代價及成本非本會所能掌控，爰短期尚難全面實施電子投票。

## 玖、附件

### 一、本案研究方法

#### (一)研究部分

全面蒐集彙整前簡易按鍵式、螢幕觸控式及光學掃描三類型電子投票機之國家，並針對印度之簡易按鍵式投票機、美國之螢幕觸控式機型、菲律賓之光學掃描投票機等三個代表個案國家，進行實機規格及操作程序分析；並對將電子投票機使用於公投或選舉之主管機關及製造廠商資訊、推動政策、操作程序、介面規劃、資訊安全標準、以及電子投票機單價及未來我國如於某一縣市試辦推動公投電子投票經費估算價格成本進行資料蒐集。

對於其他有助於本專案政策評估之資料，例如電子投票機採用是否提升投票便利性並加快投票計票時間、以及我國廠商受外國委託製作電子投票機之情形，也將一併進行了解與彙整。

#### (二)分析部分

為深入探討操作程序便利性及電子投票機資安規格，本專案將從易用性與資安兩方面著手分析。

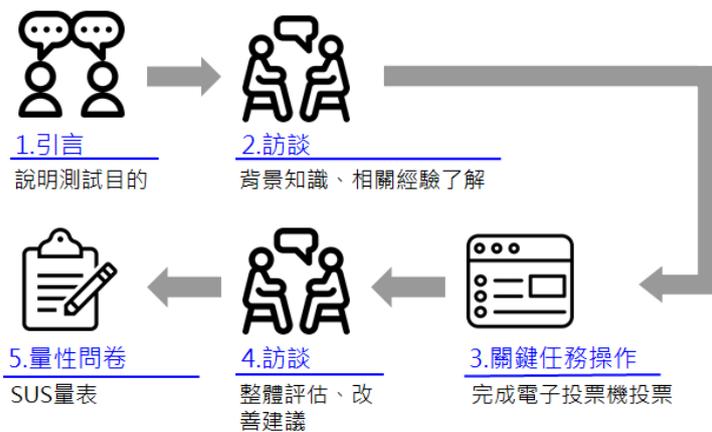
在易用性方面，本專案將運用人物誌(Persona)聚焦使用電子投票機的對象。透過分析人物分析人物誌所需之屬性(如年齡、教育水準、數位能力、身心障礙、語言、識字程度等)、利用國內統計處資料(如內政部人口統計資料、教育部統計處、中華民國統計資訊、政府資料開放平臺)，進一步歸納及建立初步人物誌研究模型。從假設之人物誌進行使用者與專家訪談以探討民眾真實需求，在過程中可經由使用者回饋調整人物誌之設定。



資料來源：本研究整理

圖 32 人物誌研究方法

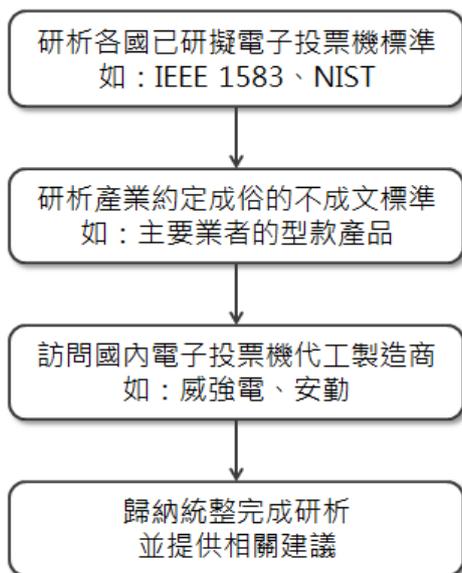
此外輔以放聲研究法，讓主持人帶著受測者運用電子投票機模擬畫面進行投票任務，並同時運用放聲思考，引導受測者述說操作上的想法。在進行每一個步驟時，紀錄者觀察並記錄操作情形，並評估使用者的使用經驗。透過系統易用性量表 (System Usability Scale, SUS)，了解使用者在操作過程的痛點。測試完成後，由團隊將所蒐集之量化及質性資料進行分析、彙整、並提出改善建議，進而規劃更為便利性的操作程序。



資料來源：本研究整理

圖 33 電子投票機易用性測試流程

在資安方面，首先針對各國已研擬的電子票機標準(如 IEEE 1583、NIST)，以及產業約定成俗的不成文標準(如主要業者的型款產品)進行彙整，進一步訪問國內電子投票機代工製造商(如威強電、安勤)。再根據美國 NIST 所定義五大階段之資安技術框架，聚焦 Devices 層次，盤點各國電子投票機相關資安規範，做為後續電子投票機資安標準發展參考歸納統整完成研析並提供相關建議。



資料來源：本研究整理

圖 34 電子投票機資安規範要求研析

在法規面研究上，擬初步盤點公投採電子投票機方式可能影響之法規範圍，並對相關法規進行國際觀測，對電子投票機應用於我國公投之相關政策措施協助提出相關措施議題。

### (三)建議部分

經上述研究分析後，團隊預計產出下列分析建議：

#### 1. 我國導入電子投票機操作程序便利性方面設計

(1)流程分析：預計分析電子投票機投票流程的服務藍圖、定義投票步驟、服務接觸點，從使用者需求角度出發進行服務流程診斷，歸結出問題的癥結點；並針對各步驟與各接觸點服務內容重新設計組合，達到精簡流程、縮短投票計票時間之目的。

(2)介面分析：預計分析電子投票的互動介面，掌握選單及功能系統架構，再從使用者需求與使用習慣思考，進行互動見面的建構設計，讓其符合易用性精神讓使用者感受到該操作介面的有效性以及效率性，提升使用者的滿意度。

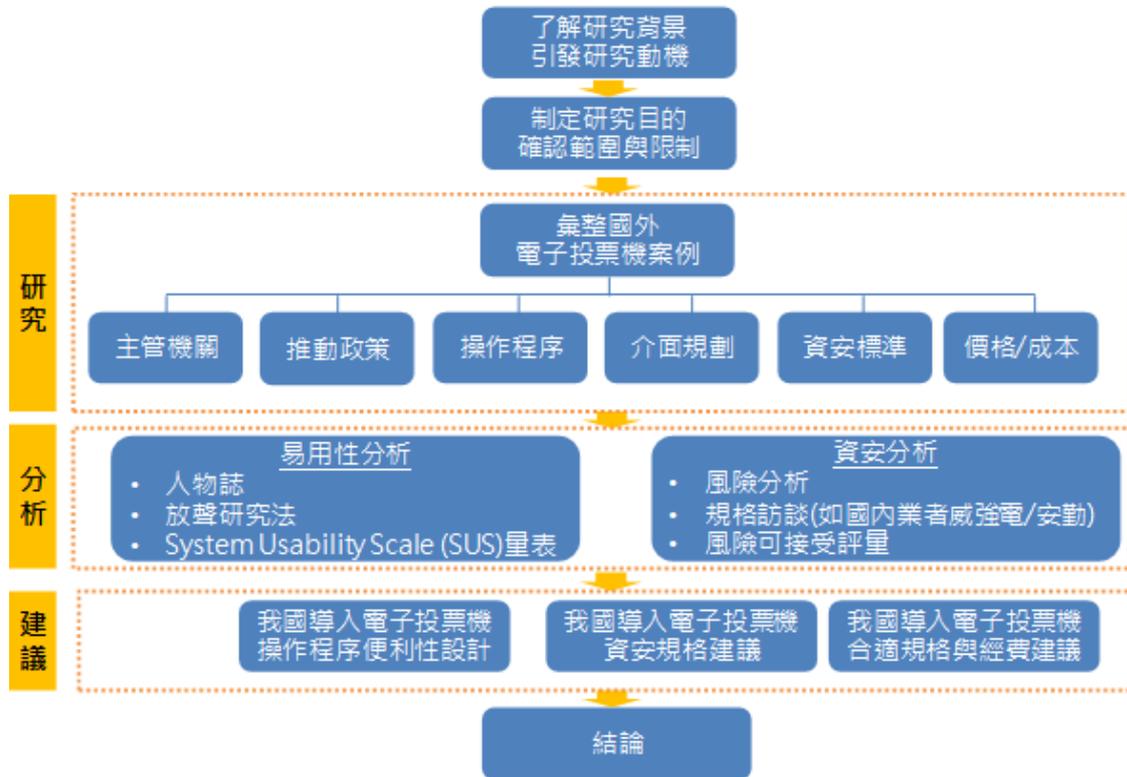
## 2.我國導入電子投票機資安規格方面建議

本次研究將探究投票機的實體安全性、資料保護、系統完整性、偵測與監督等規範要求。

- (1)實體安全性：要求包含投票機須能偵測未經許可的外部存取、外觀上只保有選舉運作的必要外接口。
- (2)資料保護性：須能阻絕未經許可的資料存取、修改或刪除，資料必須加密並確保資料完整性等。
- (3)系統完整性：要求投票機須能多層次控制，並提供故障失效時的備援機制，內部軟體更新時須獲得許可驗證才能進行。
- (4)偵測與監督：要求投票機須能留存事件日誌資訊，必須能產生、儲存、回報錯誤訊息，必須能對抗惡意程式。

## 3.我國導入電子投票機之合適規格與經費建議

- (1)規格類型建議：根據國外應用電子投票機的選舉類別與規模、相關流程與配套作法、投票機佈點方式、選民使用經驗、加密方式、遭遇資安事件、應對做法等相關資訊，搭配我國選舉習慣、選民需求、經費考量、以及代工廠商技術與生產機型，提出較適合引進或開發的電子投票機規格與類型，並對應用於我國公投之推動作法提出建議。
- (2)經費建議：針對較合適我國推動的電子投票機規格類型，蒐集目前機器價格，並依據國外個案的推動經驗，估算我國如於某一縣市試辦推動公投電子投票經費。



資料來源：本研究整理

圖 35 研究方法與步驟流程圖

## 二、Smartmatic 電子投票機制介紹

2019年9月4日邀請 Smartmatic 至資策會進行電子投票機制相關介紹，Smartmatic 由亞太總裁 Ramaakanth Sake 帶隊、包含台灣銷售總監蔡志雍、新加坡區域客戶總監李慶昌及工程師共 6 人與會。現場帶來不同類型的電子投票機進行展示、資策會邀請中選會高處長等三人與會，共同參與討論。



資料來源：本研究整理

圖 36 Smartmatic 電子投票機說明會

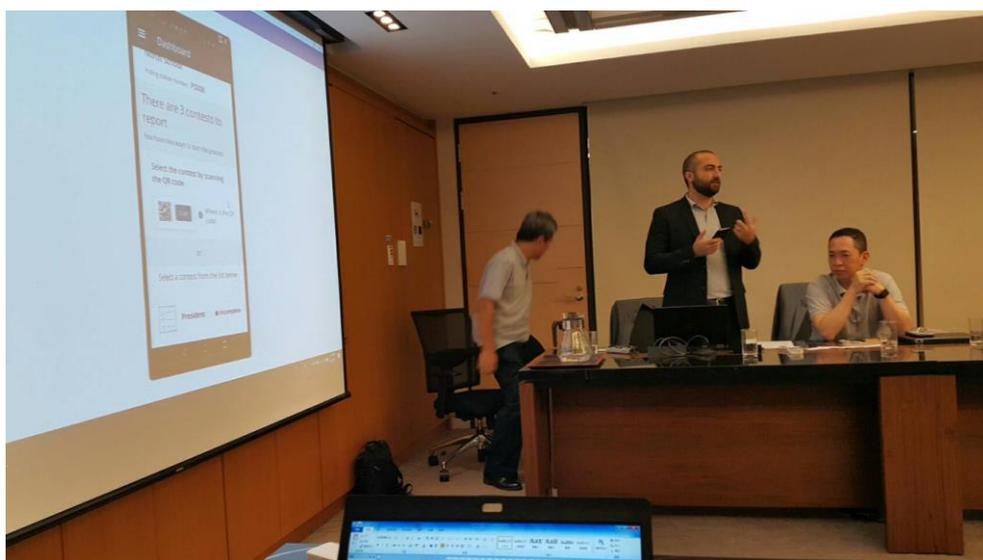
Smartmatic 是專注於選舉的公司，同時也是年輕的公司，20 年來成長為全球性的選舉解決方案提供者。由於各國需求與問題各異，Smartmatic 為不同型態與不同國家客製化解決方案。

Smartmatic 在台灣深耕已久，2005 年即在新店設立硬體設計中心，目前所有硬體設計都在台灣，製造生產線在五股。Smartmatic 在不同國家有多處軟體設計中心，包含洛杉磯、愛沙尼亞、哥倫比亞、菲律賓、巴拿馬。台灣為主要設計中心，負責服務全球所需。

亞太總裁 Ramaakanth Sake 提到產業中多數的電子投票機公司比較少只專注在選舉業務，有時他們只做選舉小部分，在產業中進進出出。一個完整的電子投票機解決方案通常包含三部分，在整個方案中客製化應用最重要就是軟體，這部分完全客製化。第二部分是硬體，這不只是單獨談電子投票機，需特別聚焦在選舉環境資安、隱私權等議題。第三部分才是服務，這部分通常與在地公司合作，由他們來協助佈署在地服務。Smartmatic 目前累積有許多解決方案，應該解決一般引進電子投票機制 30%-40%問題，其餘部分可視各地政府所需再進行調整。

對於選舉技術的選擇，雖然很多環節或因素都是重要的，如時間、資安、成本、

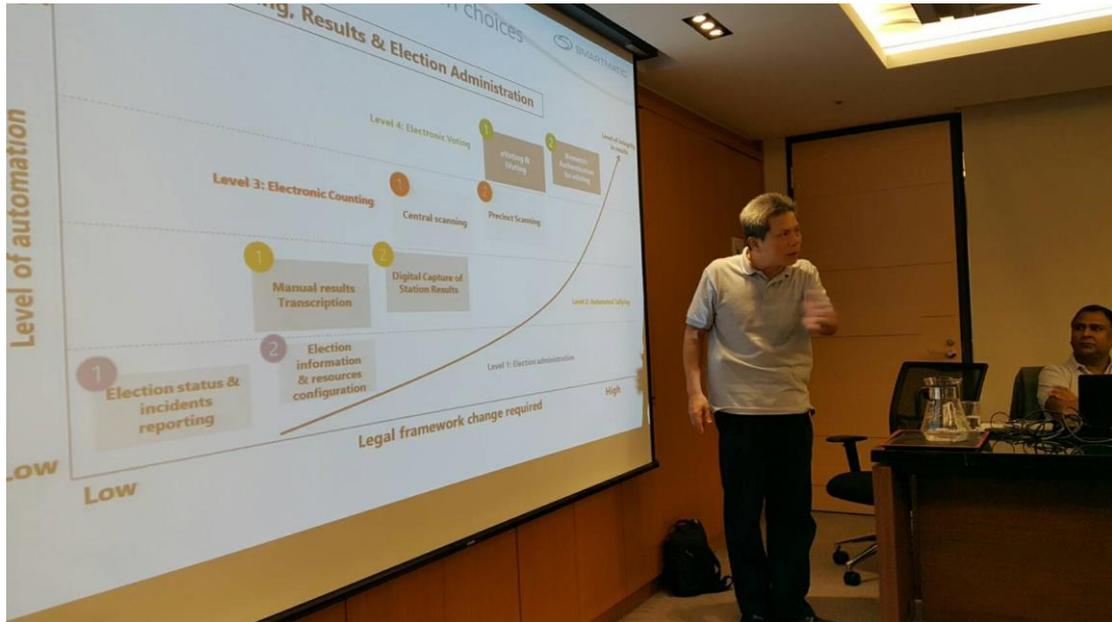
驗證、計票等，但哪個部分是最具急迫性需要符合或解決的須由中選會決定。選舉流程中通常第一步會遇到人別的驗證，這部分目前可用驗證機器連結選民資料庫進行相關確認。例如新加坡是使用 ID Card 進行人別辨識，不同國家可能可連結機器進行視訊虹膜、臉孔識別、指紋掃描等不同的辨識機制。第二步是透過選舉後台追蹤掌握投票概況，目前 Smartmatic 有「選舉 360」軟體平台，可針對各投票所的選舉狀況、故障通知等進行掌握。選舉追蹤平台並非在選舉初期即需採用，有必要的話，也可以等到第二階段再進行軟體採購即可。第三部則是利用 vpn 方式，將各地投開票資料傳送到中央計票中心彙整。為了讓結果更具可驗證性，目前電子投票機可內建或搭配熱轉印裝置印出投票資訊備查。



資料來源：本研究整理

圖 37 選舉 360 平台說明

此外，對於自動化程度的選擇，並非要一步一步推進，中選會可以依需求選擇所需的自動化程度與搭配科技，但是國內的法規架構要能配合調整。法令修改與自動化程度要搭配，例如是否讓選民自願選擇是否採用指紋、虹膜等生物特徵掃描方式。這不是步驟的問題，是選擇的問題。



資料來源：本研究整理

圖 38 法規架構與自動化程度搭配

台灣由於戶籍法完備，數位身分證也將於 2020 年進行發放，未來公投可能的情境是民眾拿著數位身分證至投票所，掃描身分證後可產出一個像捷運的代幣(token)，其中包含了公投的各項題目。民眾拿著 token 投入電子投票機後，可依顯示的公投題目進行選答。確認送出後，再印出熱感應紙確認單提供投票者確認與中選會備查，相關投票結果則同步存在投票機中。連結的選民資料庫可依中選會決定，資料庫放哪沒關係，但網路部分可能要找電信商合作，這部分不屬於投票機業者的負責範疇。

目前 Smartmatic 有多樣化的模組功能與機型可供搭配，可是各國需要進行調整。例如下圖為菲律賓大選使用機型，勾選左下方投票單後，送入前方光學掃描口，完成後前方右側會列印出投票資訊的熱感應紙備查。



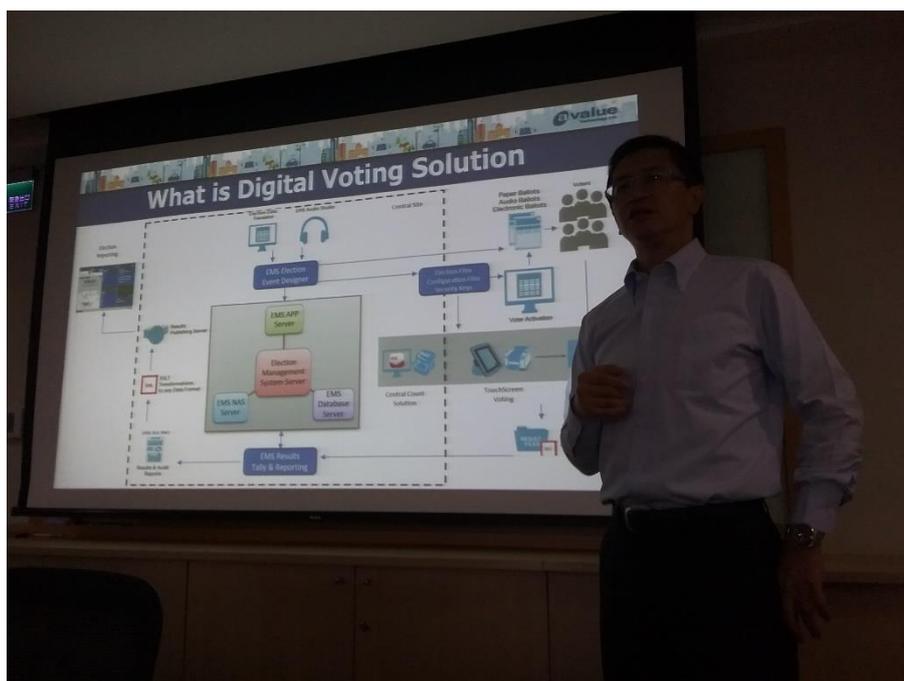
資料來源：本研究整理

圖 39 菲國使用電子投票機機型

下方右側兩台功能相同，就大小台區別。這兩台同樣可視需求搭配指紋掃描等各式外接模組。

### 三、安勤電子投票機介紹

2019 年 10 月 14 日邀請安勤科技公司(Avalue)至資策會進行電子投票機制相關介紹，安勤科技由張嘉哲總經理率軟體部康有民協理、行銷企劃部陳宛寧資深經理共同與會。現場帶來美國使用的電子投票機進行展示、資策會邀請中選會王明德高級分析師與陳先慶等兩人與會，共同參與討論。



資料來源：本研究整理

圖 40 安勤說明電子投票解決方案

安勤科技成立於 2000 年，主要生產工業用電腦(IPC)，曾承作第一代彩票機。張總提到安勤科技僅僅負責電子投票機生產一環，市場全在美國。今年美國包含第四季約出貨近五萬臺，一個喬治亞州本季就約出 3 萬臺；加州安勤以拿下訂單，但尚未進行佈建；而內華達州 8,000 臺已全部裝置完畢，從下訂單到佈建完成約 3-4 個月。猶他、路易斯安那(5000 臺)、阿拉斯加、內華達、與紐澤西等州及紐約一些郡都有在作。紐澤西州因為希望延用過去較大臺的 40 吋機型，它目前寄多少臺傳統式機器回安勤，安勤改好後會再寄回。而有關電子投票的規劃、投票機的資安、軟體客製、選舉備援等 know-how，均掌握在美國電子投票機品牌商的合作夥伴手中。安勤合作的品牌商除美國外，在蒙古、菲律賓、波多黎各、加勒比海周邊國家也有經驗，安勤未參與這部分海外市場。

美國對於電子投票機的認證十分嚴格，尤其軟體資安這部分屬於高度機密，細節連生產商也無法知曉，僅配合客戶執行。美國實施的制度跟未來臺灣一定是不一樣，因為美國是聯邦制，各州有各州的標準，可各自指定廠商投票機型號與規範。全美有一定的軟體安全認證，每州也會有各自要求的認證標準與規則。電子投票機的廠商要先拿到全美的軟體認證，才有競標各州採購的門票，每州再挑選這次大選要使用的廠商。有些州(如加州)囿於預算不足，是採一個一個郡(County)更新採購。

以安勤科技經驗，光美國投票機送審就歷時兩年，且生產只能照送審後的規格生產。例如認證版本是安卓 8.0 版，升級上去要再作追加認證。

今天展示的是內華達州使用的觸控式投票機，旁邊是印表與掃描一體的機器。以前列印跟掃描是分開的，最近才演進整合在一起。這款列印資料是不可取出的，投完票列印機會亮燈，選民只能透過視窗看。同時掃描列印資料，所以投票完很快可以完成計票。

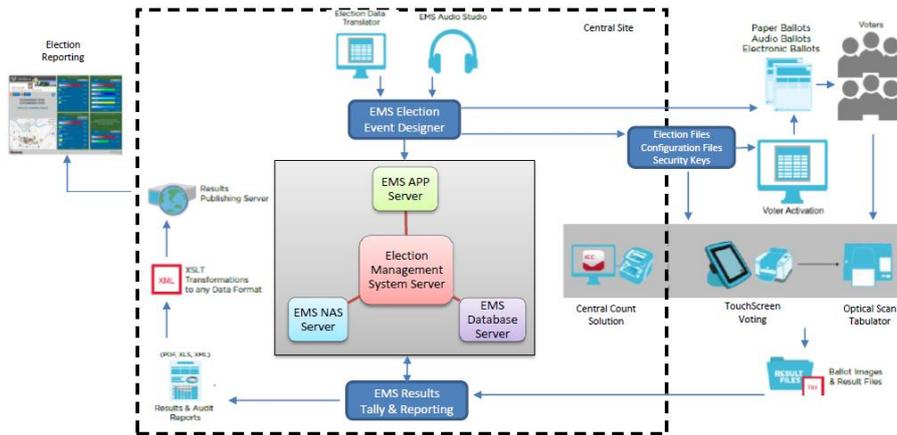


資料來源：本研究整理

圖 41 安勤觸控式電子投票機與列印掃描機

安勤不是只有單單販售投票機，還配合電子票機品牌商開發周邊以解決各場域的適應性跟安全性。例如有些地區有電力不穩定問題，加上 HP 雷射印表機瞬間耗電量大，投票所同時接三臺就跳電了。安勤投票機針對這樣問題，就設計內建可使用電池設計或客製

化 UPS 不斷電系統做穩壓功能，讓三臺機器共用一臺 UPS。最近則針對客戶期望，進行雷射印表機與掃描功能結合的解決方案開發。跟彩票機類似，電子投票機列印紙也是專利的紙。品牌商的選舉管理系統(Electronic Management System, EMS)包含 APP 伺服器、NAS (Network Area Storage)伺服器、資料庫伺服器三部分，同時可以協助進行選票的設計、選後計票結果傳送與選舉統計報告等，這部分是可以隨時更新。



資料來源：安勤科技

圖 42 安勤選舉解決方案

目前美國主流訂購的機型為 HID-VVPAT 與 HID-BDM 兩款，左側 HID-VVPAT 這款列印螢幕是半透明，考量投票隱私性，選民投完票到旁邊去做檢驗時才會亮燈讓選民做進一步確認。右方 HID-BDM 只用市面常用 HP 雷射印表機印出結果，計票時才進行掃描。後蓋內兩組電池是可以抽取的，重開機到一整天的投票的所需電力都足夠。



資料來源：安勤科技

圖 43 美國近期主流訂購機型 HID-VVPAT 與 HID-BDM

針對視障選民，HID-VVPAT 搭配耳機與遙控器的使用情境。會根據各區選舉選票情形進行錄音，透過耳機，視障選民也可以知道現在圈選的狀況。



資料來源：本研究整理

圖 44 HID-VVPAT 搭配耳機與遙控器

此款觸控投票機從硬體規格來看，並不特殊，成本也不太高。為了降低成本，只是 ATON-BASE 機器。配合美國客戶資安要求，由安勤出空機加安卓 8.1 版作業系統，由品牌商開發專屬的投票 APP 並經過聯邦認證。作業系統要客製，配合軟體跟安全性的要求，去客製安卓系統。交付品牌商後，品牌商再行灌入其投票軟體。在作業系統開發階段，安勤時常需將作業系統提供品牌商進行測試驗證，品牌商甚至派一組人員進駐在安勤美國分公司，互動非常緊密。哪個州出問題，安勤人員也要飛到該州排除問題。跟 WINDOWS 系統不一樣，安卓系統是全客製的，但這並非聯邦規定，但會要求每場選舉的出錯率與備援率要低於一定水準，任何出錯事後都要提出報告，要說明會不會影響投票結果。

聯邦資訊處理標準（FIPS）發行 140-2 是美國政府標準，可定義資訊技術產品中的加密模組最低安全性需求。美國投票機系統設計需符合 FIPS 140-2 最高水準的安全，使用不對稱與對稱資料加密，並使用 SSL 加密機制傳輸協定。電子投票機產品的電腦軟體組

(Software suite)與 HID line 獲美國選舉協助委員會認證產業最高安全性、透明性、正確性保證。此外，依循 SHA-256 與金鑰雜湊訊息鑑別碼(HMAC)數位簽章算法，以 AES 或 RSA 加密演算保密資料。廣泛且自動化追蹤機器上或經過機器的所有登錄事件，以先進的 128 位元加密確保所有選舉與結果檔案。採兩階段登錄控管，要求使用保全 i-button 與 pin code 進入 ICP 控管；另有多重紙張超音波偵測以及紙上鑲嵌紅外線光纖以確保只有選委會核准選票紙能夠被 ICP 接受使用。不僅提供紙到報告結果的安全性，投票機所有功能也完全未連接外部網路。

為提升安全性，投票機後方 USB 插槽在投票期間是有後蓋鎖住並上簽條，投票期間任何人都無法插拔 USB。該機器雖有上網設計，但在投票期間網路是不使用的，是單機作業，投票紀錄存在單機內存設備。投票結束後，再由選務人員直接從投票機將投票結果匯出，再集中到特定地點計票。



**HID-21V-BTX**  
**Intel® Celeron® Processor J1900 21.5" Semi Industrial Ultra Slim Panel PC**  
 •Intel® Celeron® Processor J1900  
 •4GB RAM  
 •32GB mSATA  
 •PCAP Touch  
 •10/100/1000 Ethernet  
 •DC 19V Input  
 •Smart Card Reader  
 •Li-ion Battery

Panel	
LCD Size	21.5"
Resolution	1920 x 1080
Luminance	250 nits
Viewing angle	89°(H+)/ 89°(H-) 89°(V+) 89°(V-)
Touch Type	PCAP
Component	
CPU	Intel® Celeron® Processor J1900
Memory	4GB DDR3L
Adapter	+19V DC (180W)
Microphone	1 x MIC Interface
Operating System	Android 4.4.4 / 5.1 / 8.1 (coming soon)
BIOS	BTXJ(P1.21J)ROM

[https://www.avalue.com.tw/products/Panel-PC/Industrial-Panel-PC/Light-Industrial-Panel-PC/HID-21V-BTX\\_2758](https://www.avalue.com.tw/products/Panel-PC/Industrial-Panel-PC/Light-Industrial-Panel-PC/HID-21V-BTX_2758)

External I/O	
USB Port	5 x USB 2.0, 2 x USB 3.0
Video Port	1 x HDMI, 1 x VGA
Audio Port	1 x Headphone Jack
LAN Port	1 x 10/100/1000 Ethernet
Peripheral Devices	1 x Smart Card Reader
Power Output	1 x 24V Output Terminal Connector
Battery	
Battery Type	Li-ion rechargeable battery cell
Typical Capacity	6700mAh
Mechanical	
Power Type	19V DC Input
Power Connector Type	DC Jack
Weight	10.75 kg with packing material
Shipping Dimension	Outer carton 67cm x 48cm x 28cm
Shipping Weight	24 kg
Color	Black
Reliability	
EMI Test	CE, FCC Class B
Operating Temperature	0°C ~ 40°C
Operating Humidity	0% ~ 90% relative humidity
Unit Weight	22 lbs.
Storage Temperature	-20°C ~ 60°C
Touch Knock Testing	Passes over Test Force: 250g over 10Million Times
Packaging Vibration Test	IEC 60068-2-64 Tested
Packaging Drop Test	ISTA-2A, IEC-60068-2-32 Tested

資料來源：本研究整理

圖 45 HID-VVPAT 系統規格



資料來源：本研究整理

圖 46 安勤觸控式電子投票機操做示範

美國投票所佈建投票機器眾多，與臺灣每個投票所佈置兩個投票櫃大相逕庭。美國電子投票機多採買斷方式，佈建要配合選舉，不是每個月都能安裝電子投票機。美國一年有兩次安裝期，一次兩個月，加起來共四個月。美國投選民報到後，選務人員會發給一張智慧卡(smart card)去開啟機器投票。



資料來源：安勤科技

圖 47 美國使用安勤觸控式投票機進行電子投票

#### 四、易用性測試

為了解國際現有不同類型之電子投票機在易用性（Usability）、使用效率（Efficiency）、學習性（Learnability）的表現。本實驗參考了國際現有三種不同的電子投票機與國內現有投票流程，以美國觸控式、菲律賓光學式與印度簡易式三種電子投票機為基礎，設計了三種機器原型（Prototype），並招募了「數位弱勢」「首投青年」「新住民」等類別共 15 位受測者進行易用性測試（Usability Test），加以分析並提出改善建議，作為我國未來採用電子投票機的參考依據。

##### （一）人員招募方式與招募結果

在招募受測者種類的部分，電子投票機與傳統投票方式最大的不同為其使用數位的方式進行投票，因此使用者的數位能力是是否能正確進行投票和使用投票設備的依據。為了解不同投票族群對三種投票機的使用情況，本研究根據國發會數位機會報告中關於使用智慧型手機上網的族群分布作為辨識數位能力的依據。報告指出，全台使用智慧型手機上網的比例已達 84%，大多數年齡層有智慧型手機上網經驗者皆過半，然而在 65 歲以上開始，使用智慧型手機上網比例大幅下降至 XX%。因此 65 歲以上無使用智慧型手機使用者經驗之年長者被納入「數位弱勢」招募時的參考依據。其餘族群的招募條件如下：

1. 一般民眾：22 歲以上，具備公民投票資格，有智慧型手機上網經驗之我國公民。
2. 數位弱勢：65 歲以上，具備公民投票資格，無智慧型手機使用經驗之我國公民。
3. 首投族：18 歲至 22 歲，具有公民投票資格，但並未有公民投票經驗之中華民國公民。
4. 新住民：22 歲以上，透過歸化我國取得身分證與公民投票資格的民眾，非僑民或大陸地區民眾，且母國官方語言非為國語（Mandarin）。

在招募受測者人數的部分，根據 Nielsen Norman Group 的研究，易用性測試人數達到 5 人時可以測出 85% 的產品錯誤，多餘五人則隨邊際效應遞減，15 人即可達到趨近 99% 的錯誤測出率，因此研究招募 15 名受測者進行易用性測試。其中包含一般民眾 6 位、數位弱勢 5 位，首投族 3 位，新住民 1 位，其中有智慧型手機上網經驗者 10 位，無智慧型手機上網經驗者 5 位，其餘詳細資料如下：

表 9 受測人員資料表

類別	姓名	性別	年齡	智慧型手機上網 經驗	有無於去年進行 公投
一般民眾	羅敏慎	男	71	有	有
	葉昇樟	女	72		
	林櫻桃	男	72		
	王振國	男	67		
	張灑莉	女	85		
	冠成	男	26		
數位弱勢	沈美月	女	83	沒有	有
	彭義華	男	75		無
	彭徐梅英	女	75		
	蕭昆山	男	67		
	黃金	女	66		
首投族	陳天心,	女	20	有	
	洪群哲,	男	18		
	侯至恩	男	27		
新住民	阮蘭英,	女	27		

資料來源:本研究整理

## (二) 原型機設計與製作

易用性測試時，以美國、菲律賓、印度三個國家的電子投票機作為設計基礎，並參考現今台灣公投的流程，以此設計三種不同的電子投票機原型進行測試。三種原型機的設計說明如下：

1. 原型機 A | 直接紀錄式電子投票機 (DRE)：參考自美國 ES&S iVotronic DRE 投票機，此機曾被用在美國 2016 年的總統大選。使用觸控和翻頁的介面進行投票。原型機 A 使用 iPad 作為原型軟體的平台，外側以紙盒包裝，讓機身只露出其觸

控螢幕，而軟體介面則模仿 ES&S iVotronic DRE 投票機，選民得使用選民資格卡來啟動機器，介面上採用一頁一題、選取後自動翻頁的方式進行投票，全部選取完成後會有預覽畫面提供民眾檢視其剛才的投票選擇。



資料來源:本研究整理

圖 48 原型機 A | 直接紀錄式電子投票機 (DRE)

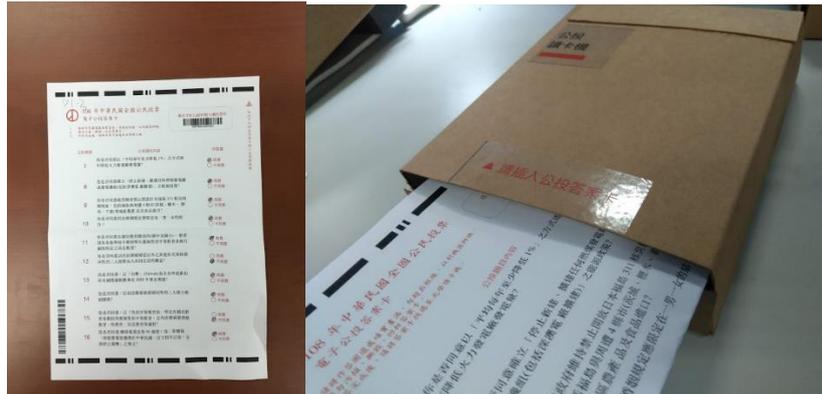
2. 原型機 B | 簡易式電子投票機 (EVM)：參考自自印度 EVM 投票機。從 1972 年開始被用在印度大選中，機器使用實體按鈕方式投票，作答完成後票據列印機 (VVPAT) 會印出紙本票據提供參考。原型機 B 使用 iPad 作為原型軟體運行的平台，外側以紙盒包裝，紙盒正面挖有按鈕和指示燈大小的孔洞。受測者能透過孔洞點按到觸控螢幕。按鈕將原先候選人的選取鈕改成「同意」「不同意」兩個，方便使用者表達公投意見，若要不按下按鈕，即為投廢票/不作答。票據列印機 (VVPAT) 則使用具有遮蓋與 LED 光條的覆蓋的影印機模擬。



資料來源:本研究整理

圖 49 原型機 B | 簡易式電子投票機 (EVM)

3. 原型機 C | 光學掃描式投票機 (Optical Scan)：參考自 Smartmatics Saes-1800plus 光學式投票機，前述機器使用在菲律賓 2016 年大選，操作方式為使用 2B 鉛筆在選票答案卡上劃卡，將答案卡插入掃描機後讀得投票結果，同時印出紙本票據方便參考。原型機 C 由模擬劃卡單、模擬掃描機的紙盒和影印機組成。受測者用 2B 鉛筆劃卡後，將劃卡單投入紙盒中，同時影印機模擬 VVAPT 印出剛才的票據。



資料來源:本研究整理

圖 50 原型機 C | 光學掃描式投票機 (Optical Scan)

### (三) 任務設計與目的

為了透過易用性測試了解台灣人在三種投票機上易用性與接受度的差異，我們除了設計原型機提供測試外，也透過參考國內現今投票流程與機器操作方式設計三種不同的測試任務，提供易用性測試的受測者接受測試，並在測試後給予 SUS 易用性問卷與訪談，了解其操作效率、正確性、接受度等資訊。三種測試任務設計如下：

#### 1. 原型機 A | 直接紀錄式電子投票機 (DRE)

- (1) 將選民資格卡插進讀卡機
- (2) 請觀察螢幕上的按鈕，使用點按或拖曳啟動投票機。
- (3) 依照作答提示表的提示，用觸控的方式依序完成公投票
- (4) 在預覽頁確認自己的所有公投選擇
- (5) 將「第十二號公投」改成「同意」
- (6) 送出自己的公投結果

#### 2. 原型機 B | 簡易式電子投票機 (EVM)

(1)依照作答表的提示，用 2B 鉛筆在公投答案卡的圓圈上劃卡，畫好畫滿，，標注自己的回答，完成所有題目，若要更改請用橡皮擦擦拭乾淨。

(2)更改第十二號公投的投票結果為「同意」

(3)將光學公投票卡投入光學驗票機的投票口

(4)將票據單拿出來，折起來投到投票箱

### 3.原型機 C | 光學掃描式投票機 (Optical Scan) :

(1)依照作答表的提示，用 2B 鉛筆在公投答案卡的圓圈上劃卡，畫好畫滿，標注自己的回答，完成所有題目。

(2)更改第十二號公投的投票結果為「同意」

(3)將光學公投票卡投入光學驗票機的投票口

(4)將票據單拿出來，折起來投到票據箱

#### (四) 測試場地規劃

本研究進行的 15 場測試皆於所內無人會議室進行，測試時，在人力部分將會有受測者一人、紀錄員一人、測試主持人一人。其中主持人將會透過「「電子投票機任務單」等文件引導受測者分別操作三種機器。其他人力、設備、文件等配置資訊如下：

##### 1.人力配置

(1)受測者一人：接受易用性測試，操作電子投票機原型機

(2)實驗主持人一人：使用「電子投票機任務單」「公投答案提示單」兩文件引導受測者進行測試

(3)紀錄員：負責在旁紀錄受測者是否成功完成任務、單任務所花時間與其他反饋等等？

##### 2.設備配置

(1)原型機：一共三種，用來給予受測者操作，分別為直接紀錄式電子投票機 (DRE)、簡易式電子投票機 (EVM)、光學掃描式投票機 (Optical Scan)

(2)Webcam：紀錄受測者操作過程與表情等資訊。

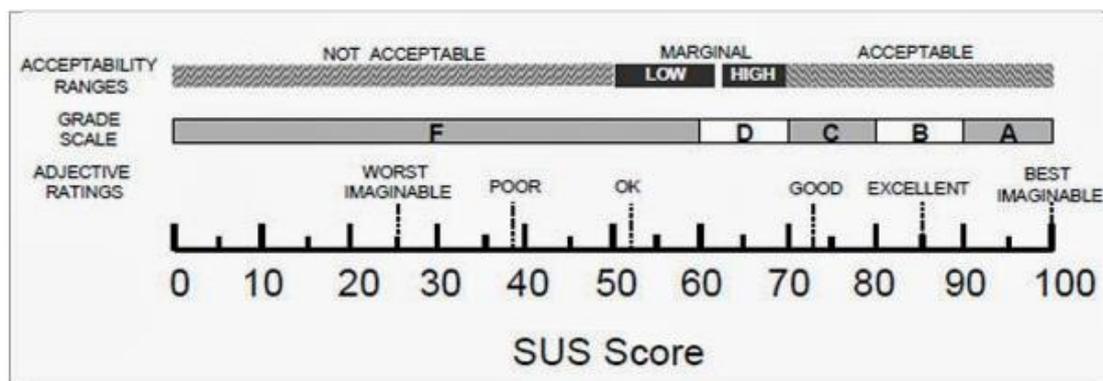
### 3.文件與表格配置

- (1)紀錄員用紀錄單：給紀錄員紀錄受測者是否成功完成任務，並紀錄完成所花時間。
- (2)受測者任務說明單：含有給予受測者的任務說明，主持人會一個一個念，讓使用者依據提示操作機器。
- (3)公投投票提示單：本測試之目的為測試機器本身的操作上的易用性，為避免使用者思考題目的時間影響測試，測試中給予一張含有公投作答選擇的提示單，主持人指引受測者應該選擇「同意」「不同意」或「廢票/不作答」。

#### (五) 測後 SUS 易用性問卷

為了讓易用性測試結果得以量化出簡明的數字結果，SUS 問卷是一個測量使用者對產品滿足程度的量表，奇數題為正向題，將各題分數減一為最後分數，如若為 3 分計算結果為 2 分；偶數題為負向題，以 5 分減去該題分數為最後分數，如若為 4 分計算結果為 1 分。各題分數計算完畢後，將所有分數加總乘以 2.5，即得到總分。Jeff (2011) 指出，SUS 的平均分數為 68 分，因此可以將此分數作為產品及格分數。在本次測試中 SUS 問卷中，每個題目都可以使用從非常不同意、不同意、普通、同意、非常同意一共五分來進行作答。問卷題目如下：

1. 我想我會願意經常使用這個網站。
2. 我覺得這個網站過於複雜。
3. 我認為這個網站很容易使用。
4. 我想我需要有人幫助才能使用這個網站。
5. 我覺得這個網站的功能整合得很好。
6. 我覺得這個網站有太多不一致的地方。
7. 我可以想像大部份的人很快就可以學會使用這個網站。
8. 我覺得這個網站使用起來很麻煩。
9. 我很有自信能使用這個網站。
10. 我需要學會很多額外的資訊，才能使用這個網站。



資料來源:本研究整理

圖 51 SUS 易用性問卷

#### (六) 易用性測後指標

測試所使用的指標，也就是測試時執行任務時所用的測量標準，常用評估標準如下 (Thomas, 2013 ; Jeff, 2016)：

1. 任務完成 (task success) — 受測者是否有完成任務的比率，可以用「完成任務的受測者/全部的受測者」加以表示。
2. 任務時間 (task time) — 使用者完成各項任務所花的時間。
3. 任務錯誤 (error) — 使用者若在步驟上做錯（如提前抽出投票資格卡認證卡、劃錯光學卡格式）會發生什麼後果？是否能夠彌補？
4. 效率 (efficiency) — 效率代表使用者在越短的時間內完成任務，錯誤的發生也少。效率的計算，可以  $\text{任務完成率} / \text{任務平均花費時間}$  之百分比來表達；如任務 B 任務完成率为 65，平均完成時間 1.5 分鐘，則任務 B 的效率為  $65/1.5$ ，43%。

#### (七) 測後結果

##### 1. SUS 分析

在測試完成後，將會給予使用者 SUS 問卷，了解個別機器之易用性評分。三種機器中，SUS 排名中最低分者為菲律賓光學掃描式，僅 59.75 分；最高分者為印度簡易按鍵式，達 69.75 分。根據定義，68 分為 SUS 的平均分數，三種機器中僅有印度簡易按鍵式超過標準。

## 2. 平均花費時間

花費時間長度由短到長分別為：印度簡易按鈕式<美式觸控<菲律賓光學掃描式。根據紀錄觀察，發現到菲律賓光學式在劃卡圈選與修改的過程中會花最多時間。而美式投票機主要在「回頭更改選項」這邊會花最多時間。尤其是數位弱勢使用者無智慧型手機操作經驗，較難明白切換上一頁、切換下一頁的概念。

## 3. 測試任務完成率

三者任務完成度由高到低排列為：印度式投票機>美式觸控>菲律賓光學掃描式。印度式投票機之任務完成度最高，而美式觸控 DRE 曾有兩次在回頭更改公投選項時誤將選票送出。菲律賓光學式測試時，雖然有告知劃卡時需將圓圈劃滿，但依然有五位受測者沒有將按鈕畫滿或留有相當空隙。

## 4. 信任度

進行測試後研究人員也針對受社者進行訪談，了解何種投票機利用在將來真實投票時，他們較能夠信任；何種投票機較不能信任。三種投票機信任度由高到低排名為：菲律賓>印度投票機>美國投票機。經過訪談後了解，菲律賓光學掃描式使用親自進行紙本劃卡的方式讓受測者感到自己有「掌握」這個機器，而次信任的印度簡易按鍵式除了操作容易讓使用者信外，它和前者菲律賓光學式一樣有票據印出會讓投票者更為放心。

## (八) 結論

### 1. 印度簡易按鍵式設計最受青睞

本次測試中，印度簡易按鍵式在 SUS 易用性評分最高，平均花費時間最少，任務完成度最高、教學需求低、受測者最容易理解。觸控式對年長者使用上障礙較大，劃卡掃描方式則普遍有耗工、麻煩、易被竄改等疑慮。為降低中高齡數位弱勢長者的操作困難，未來國內建議仿照印度簡易按鈕式使用實體按鈕和面板的投票機設計，

### 2. 建議加入票據列印功能

票據列印功能能透過在投票後列印出實體紙本票據，供使用者確認。在印度 EVM 與菲律賓光學式測試中皆有此種設計。在訪談中，受測者表示列印投票票據的設計能夠因為有紙本的關係而對投票過程更加放心。

3.字型、字體、對比、顯示器大小等視覺因素需考量年長者

在測試 65 歲以上年長者時，受測者表示希望能夠將字體加大，否則看不清楚選票題目。本研究建議設計投票機時應該將年長者之閱讀能力納入字體、字型與螢幕大小納入考量。

4.建議加入「播出題目」功能

在對新住民測試與訪談時，受測者表示部分新住民國語聽力能力比閱讀能力更佳，若能讓投票者能以耳機聆聽公投題目。可以降低對題目誤會的可能。

## 五、印度出訪

此行出國拜會相關日期、地點與訪談摘要，分列說明如下：

### (一)出國期間

2019年11月3日(日)至11月7日(四)

### (二)出國地點

印度新德里

### (三)拜會對象與單位

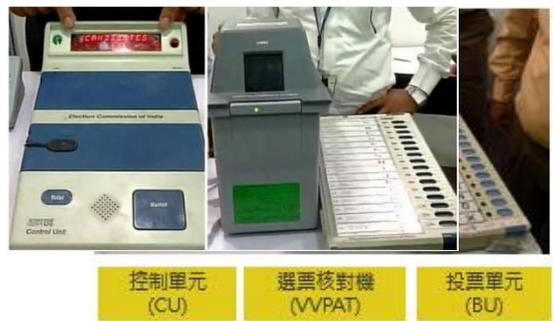
日期	機關名稱	拜訪對象/職稱	洽談事項
11.4	印度統計研究院-德里中心 Indian Statistical Institute, Delhi Centre (ISI)	Mudit Kapoor/助理教授 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 印度如何推動電子投票機制?</li> <li>● 政府如何對大眾進行說明?</li> <li>● 使用電子投票機面臨過問題與實際改善效益</li> </ul>
11.4	鳳凰衛視	尤芷薇/駐印記者 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 印度如何推動電子投票機制</li> <li>● 政府如何對大眾進行說明</li> <li>● 輿論反應如何</li> <li>● 開票疑慮因應做法</li> <li>● 臺灣公投可參考做法</li> </ul>
11.5	印度理工學院-德里分校 Indian Institute of Technology Delhi(IIT)	Sisir Debnath/助理教授 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 印度如何推動電子投票機制?</li> <li>● 政府如何對大眾進行說明?</li> <li>● 使用電子投票機面臨過問題與實際改善效益</li> </ul>
11.6	中華民國駐印度代表處	陳和賢/科技參事兼組長 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 感謝協助印度交通住宿安排事宜</li> <li>● 針對計畫與發現進行交流</li> </ul>

11.6	中央社	康世人/駐印記者 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 印度如何推動電子投票機制</li> <li>● 政府如何對大眾進行說明</li> <li>● 輿論反應如何</li> <li>● 開票疑慮因應做法</li> <li>● 臺灣公投可參考做法</li> </ul>
------	-----	---	--

(四)訪談 Mudit Kapoor/印度統計研究院助理教授

早期印度使用紙式投票系統，投票期間投票所常見壅堵。因此印度中選會在 90 年代決定使用 EVM 電子投票機，EVM 在 1998 年試驗性基礎上引進 Paravur，在 1998 年 12 月進行了必要的修憲後，印度中選會開始大量密集宣傳 EVM 的使用方式。2001 年後期 EVM 全面取代了紙式投票。印度中選會在 1990 年代生產了 15 萬臺 EVM，高等法院也明定在無必要的允許下，不能使用 EVM。

每臺 EVM 可顯示 64 個候選人，可以記錄 3,840 人次選票，而每個投票所一般選民人數不超過 1,500 人，所以 EVM 在紀錄容量上是足夠的。反倒是印度候選人眾多，若不夠則需要多幾台的 EVM 配置串聯。每個投票所 EVM 數量視該選區人數而定，一般為 2 至 3 臺，投票所內也會準備幾臺備用機器，若遇故障可直接換上。但實際上的備援臺數，主要還是依賴政府經驗，備援比例只有政府才知，政府並未揭露備援數量。若 EVM 故障發生時，不需重啟 EVM，而是直接替換。由於印度電力基礎建設較不完善，EVM 也設計可由 6 個電池驅動，讓 EVM 可在無電區域使用。



資料來源:India Today<sup>68</sup>

圖 52 印度電子投票機 EVM

有關一般投票流程，民眾進入投票所進行身分驗證後，選務人員會在選民手上點上特製墨水，避免重複投票。之後選民進入投票間後，選務人員會用控制單元啟動投票單

<sup>68</sup> The many claims of EVM tampering in India(2019/1/21), India Today, <https://www.indiatoday.in/elections/story/the-many-claims-of-evm-tampering-in-india-1435638-2019-01-21>

元，選民才能在投票單元上按下投票。按完選票後，選票核對機(VVPAT)會顯示並以熱轉印方式印出投票紀錄，該確認記錄是不可攜出的。選民在確認資料無誤後，旁邊按下確認按鈕後，完成投票。若發生投票與 VVPAT 不符情形，選民可向選務人員反應，重新投選。這實際上也發生過，所以也間接說明 VVPAT 並非全然不會故障。但是大體上透過這樣確認機制，民眾是能接受的。最後投票所投票完成後，EVM 上有「結束投票」鍵，選務人員一旦按下，就不能再啟動。印度使用 EVM 簡化了紙本驗票程序，除了節省選票印刷成本外，由於按鍵固定，降低了紙票誤選或多選的情況，進一步省下了確認成本時間成本，加快了選舉結果的確認時間。



資料來源:美聯社<sup>69</sup>

圖 53 印度投票所投票

由於印度人口眾多、幅員廣闊，但 EVM 數量有限，目前使用上是一區一區輪流使用，以最近一次選舉來說，選期就長達 39 天。為了達到事後能核對票數之目的，印度使用 VVPAT 來進行投票紀錄。最近由於鷹派莫迪贏得大選，反對黨再次提出對電子投票機的質疑。雖然印度反對黨提議半數電子投票應經紙本驗證，但實務上投票數太多，50%不太實際，5%比較可行。

印度 EVM 屬於政府財產，也不生產出口。為了隱密性，政府並未公開 EVM 設計上依循了哪些資安指引。印度 EVM 使用上全程並未連線，所以並不像網路投票需要遵循一定的資安手冊。

臺灣未來要引進電子投票機，VVPAT 這部分目前是可選擇的。在使用電子投票機之前，需要驗證機器以降低社會爭議。建議臺灣電子投票可由公投開始，後續經過修法後，讓電子投票機可在擴大至一般選舉使用，建議準備期預計至少需要 7-8 個月。印度政府為讓民眾了解如何使用電子投票機，事前會有數個月的宣導期，大量密集在電視、收音機電臺、地方海報、網路視頻等方式進行持續性的宣導。由於印度投票機已經使用很

<sup>69</sup> 投了 7 階段、耗時 39 天！印度國會大選 19 日終於落幕，總理莫迪可望連任(2019/5/20)，風傳媒，

<https://www.storm.mg/article/1303175>

久，目前一般民眾對機器使用接受度算高，很少看到民眾對於選舉結果進行示威遊行。整體來說，印度人民對於電子投票制度還是信任的，真正有意見的都是落選政黨，只要輸了就會抗議。要成功導入電子投票機，重點不在科技，而是社會的信任。用最少的人力，讓政治暴力極小化。許多國家回到紙式投票，這是重要的原因之一。此外，制度要成功施行，首先要輸的政黨要有「並非機器讓他們輸」的接受素養，要有這樣的共識，才不會弄到上訴最高法院，試圖讓選舉無效。

印度機器不外銷，使用其他電子投票機器是沒有問題的，電子投票機公司都會把防弊作到好。臺灣有一定的成熟政治素養與政治穩定性，可以考慮使用電子投票。電子投票無關國家大小，而是政治成熟與否。像德國，就是缺乏共識。小國不能完全複製印度模式，只要人民能接受電子投票，成功是無庸置疑。

#### (五)訪談尤芷薇/鳳凰衛視駐印記者

莫迪總理在影子銀行事件以來，民眾對他的政府充滿不信任，這也是印度反對黨提議半數電子投票應經紙本驗證的起因之一。選後政黨要求驗票驗機器，雖然政府也應允，但民眾無法確認政府是否真的驗了。對於引入電子投票機，台灣首先要解決類似印度不信任莫迪的政治問題。

印度太大了，臺灣 2300 萬人比首都德里加上衛星城市人口還少。印度沒有台灣完善的戶政體制，加上大量的文盲與農民，光投票名冊就常出問題。真實發生過有選民返鄉投票，當天發現卻自己不在名冊上而遭拒絕投票；這邊就遇過它們農村婦女整村去，結果發現整村都已經被投票了。這群印度婦女態度就說：「怎麼都投完了？好吧，那我們就回去了。」這樣案例台灣很難想像，但印度時常發生。

一般開票所人員約 4-5 人，各黨派都會去盯投票，投票所外還要搭配荷槍警察。印度投票名冊不確實，選民進去後會先檢查你的身分，然後指甲要用點墨水方式防止重複投票，墨水印時效大約有兩周。台灣投票名冊完善，不需要墨水機制。投票現場是有電子投票操作的提示卡，不過更多是政黨候選人去找選民時，就會跟選民介紹投票機。由於印度很多人不識字，也不知投票要投甚麼，印度作法和台灣早期買票類似，樁腳會仔細教要投給哪個政黨圖案。

民眾使用投票機時，投票按鍵時會有嗶聲，按的燈會亮起來，民眾會比較不擔心它是否按對。後來多了 VVPAT 後，因為投票單元跟 VVPAT 這兩台機器是分開進行的，結果可對照，可信度增加了。VVPAT 印出的紙張是不可以帶出去的，它是屬於政府擁有的。VVPAT 印出時，民眾只能在現場看到一下，不能拿走，它不屬於你。目前政黨有在吵驗票，正常來說應該事前抽驗機器，而不是選完才抽驗機器。但莫迪政府只願事後驗票，甚至事後到底有沒有驗也不知道。

由於印度很多文盲，所以投票時常只是認黨的圖案，不認得名字。還有像這次國大黨小王子在某選區，就故意找跟競爭黨派同名同姓的，按錯也可以少了幾千票，就希望透過黨別此法來影響選舉。

印度從 1947 年到現在都是普選，印度值得借鑑的是因為印度爭議此事很多年了，這些點都是台灣要去作時要注意的事。例如選票爭議，印度 9 億選民，投票率 65-75%，不容易出現只差幾百票事件；或者是雖然票數有問題，但差距實在太大了，所以一直以來

並沒有太大的翻盤性爭議。國家越小就越容易去計較那一兩張票，人民越有知識就越容易去計較這事情、越鑽牛角尖、越去爭取權利。

台灣人對科技的信任程度會比印度人高一點，像目前台灣對接受護照自動通關這件事情是很接受的。從知識份子角度來看，台灣可以考慮引進電子投票，但首先要讓人民信任。身為台灣人，我覺得台灣資安是可以相信的。若是紙本選舉與電子投票機都會遭到同樣的懷疑，何妨不就導入電子投票機試試。如果問題都是一樣，那就作。但要有一個機制(如印度 VVPAT)讓選民可以相信這台機器。例如我按的哪一個哪個燈就亮了。自己按的，有辦法有個信號讓選民看到相信就可。

#### (六)訪談 Sisir Debnath/助理教授

印度選舉太複雜，除了實行多黨制，13 億人口中七成有投票權，有近 9 億的選民；選舉長達數周以上，一省邦選完，電子投票機再換至另外一省邦。印度投票制度也不完美，還是有一堆問題。印度施行電子投票已久，雖電子投票較傳統投票省了多少時間並不清楚，但 EVM 確實提高電子投票過程的正平性，也減少人為錯誤(蓋在候選人隔線中間、重複戳印等)、增進投票效率。

印度自 1980 年開始試行電子投票機，過程由政府主導，電子投票相關方式已於憲法內規定，EVM 機器是政府財產，個人不允許擁有。目前電子投票機使用於一般選舉，未使用於公投。電子投票機已使用多年，民眾基本上對機器與程序有一定的信任。

EVM 最初設計理念就是沿襲舊有的投票格式來進行設計，目前 EVM 投票單元使用各黨圖騰標誌與人名方式讓民眾按選方式，就跟以前選票類似，只是把蓋章改成按鍵。這目的就是提高民眾對電子投票機的接受度。另外有一項 EVM 重要設計就是每分鐘不可投超過 5 人，這項設計不利於想在投票所短時間內進行竄改操弄的可能性，提高了作票的成本。使用電子投票機以後，我們發現印度選舉貪汙造假事件減少，其次能強化婦女等弱勢團體投票，再者候選人間的票數拉近，顯示競爭加劇。整體來看選務成本也大幅下降。其次也發現電力供應上升、犯罪下降等現象。

EVM 通常在選舉當天早上進行配置，考量選務安全，機器是由政府配送，電子投票機的備援比率只有政府才知道，相關配送方式是政府責任，細節不清楚。但為了防弊，印度在電子投票程序上有多種創新。印度每臺 EVM 機器都有序號，並將投票所隨機排列，投票箱亦隨機編號送至不同投票所。此外，各投票所內 EVM 投票單元上的候選人排列順序也可能各不相同。以上作法，都是在降低投票造假可能。

此外針對最近政黨建議 50%的驗票作法並不可行，畢竟數量太多，建議只驗 5%機器就好。至於政府要選後才驗機器，主要是因為事前沒有相關的投票資訊可驗，並非一味推卸之詞。

選前每個居民要查知自己名字有沒有在投票名冊上，印度不用數位身分證(Eid)，但若是為了投票可以去申請身分識別卡(id card)不能知道你幾歲。身分識別卡(id card)不是正式的身分證，但可以知道你是誰，投票時可作為一種身分認證工具。

印度選委會在導入 EVM 是有步驟性的，教育程度越高、越能接受這種改變的地區越早引進；教育程度越低的地區，越晚引進。印度 1998 年就使用 EVM 了，當年網路不普及，所以印度中選會在評估導入地區順序時，網路、電力等基礎設施完備度反而不那麼

重要。現階段臺灣基礎建設完善，要導入電子投票所面臨的問題是與印度不一樣的，沒有印度這些問題。

從印度 EVM 經驗來說，是輸的那些人、黨派才有噪音，因此讓各方都有一致性的認知會是臺灣導入電子投票機主要的考量。建議臺灣可採開放測試(open house)方式，把電子投票機放在某處，讓政黨各自找專家來看看是否可以破解，或用獎金獵人方式提供獎金給破解者。若專家們都無法找出破綻，那就應該要能接受電子投票機的使用。

如果台灣想要了解電子投票機的效果，可以先用公投試水溫。建議可選一個千人公投選區，透過投幣方式讓該區選民 500 人使用紙本投票，500 人使用電子投票。投完票後，再以同樣的題組，例如問投票使用的時間、使用電子投票的意願等等，再進行統計分析，作為未來再到擴大到一般投票的評估參考。

#### (七)訪談康世人/中央社駐印記者

印度使用電子投票機蠻久，1982 年在克勒拉省 (Kerala) 帕拉烏爾 (Paravur) 鎮民代補選舊使用了。由於幾次選舉票數接近，引發在野政黨不斷質疑使用電子投票可能會被駭客竄改。剛好今年印度這次國會下院大選首階段投票，安德拉省 (Andhra Pradesh) 就傳出各地都有選民抱怨電子投票機故障。該事件除了導致安德拉省要求重選外，印度反對黨領袖聯合向最高法院申請，要求正在進行中的印度國會下院大選，50% 的選民電子投票必須經過選民選票核對機 (VVPAT) 核實與驗證。

中選民選票核對機在選民按下投票按鈕後，印出的 VVPAT 紙張選民是不可以帶出去的，整個在密封狀態，不能拿出來看。民眾看完後是有袋子裝著。VVPAT 印出紙張是一袋袋集中到某個地區保管，整個當作資料袋子在房間內儲藏著。如果有人提出票數疑義時，中選會才會拿紙袋出來對。我採訪去的是德里開票所，很大，亂哄哄，看沒注意到現場有多少選務人員。通常投票所開票是拿密封晶片那種，開票所會把一個一個盒子倒在地上，各黨都會有人去看。直到選委會認為需要紙本驗證時才會拆開拿出要查核的紙本與電子投票記錄比對。印度選舉委員會說，這樣將導致選舉開票結果延後。

印度政府對媒體倒是沒特別要求配何如何宣導 EVM，可能是電子投票行之有年了。另一方面也要是投票機上都會有政黨的標誌搭配候選人名字，雖很多選民不識字，但會認圖案。政黨找民眾時，會教導民眾你要認甚麼圖案。這邊很多不識字的，政黨這塊走很勤。印度代表說印度跟台灣很像，政治、投票、廟都很像，不理性是一樣的。印度農民對他來講，若投給某政黨能夠多拿點好處，買票很容易發生。

關於集體被代投票這種事，都市比較沒有，但在鄉下很常見。很多鄉下地方族長發言權蠻大的，族長會跟家族的人說我們就投給哪個人，女人們都講好說要投給誰。集體被代投票，若發生在臺灣早就炸鍋了。但印度民眾這方面比台灣民眾溫和，通常就事件當下吵一吵，過後就不太討論了。

我對台灣資安這塊比較沒有信心，台灣駭客人才很多，但這問題不是在於駭客能不能駭，我比較擔心是當差一、兩張票時，一定會有政黨提出質疑。台灣政黨特別喜歡煽動，如果我是反對黨，我就會說這些投票流程有關單位都是執政黨的。台灣失去大家可以公信的單位，所以不管是電子投票機是找國內廠商或是國外廠商生產都一樣，不管是使用紙本或是電子投票，只要差一兩票都會碰到這種問題。

台灣若引進電子投票機，最重要是要讓人民相信投票紀錄不會被竄改。應著重報導出來使用電子投票機可以省多大一筆錢、效率又快多少、投票結果具正確性。如果民眾接受，未來人別驗證使用臉部辨識跟指紋查對就好。

#### (八)心得

印度擁有複雜的多黨制，13億人口中有近9億的選民，今年選舉在4月至5月間就分七個階段進行(4月11日，4月18日，4月23日，4月29日，5月6日，5月12日和5月19日)，設立超過100萬個投票站，被媒體譽為是地表最大的民主投票。印度不可能像台灣能在一天內完成投票、計票，因此印度投票機經驗不可能全盤移植。

據中選會統計，台灣2018年九合一公投綁大選全台設置1萬5,886個投開票所，平均每個投票所設置選務人員13.5人、公投人員6人，全台出動27.9萬選務人力，加上1.6萬警力，合計共29.6萬人。大選花費31.9億元，十項公投約15億元。若未來採用電子投票機可以把變動成本替代掉了，但還是會有固定支出。因此在評估電子投票節省成本時，除了上述花費成本外，尚應將機會成本納入考量。若將所有選民投票的時間成本、排隊成本、通勤成本計入，採用電子投票機與現行公投成本差距還會再縮小。如果現行紙式投票與未來電子投票機兩種成本接近、面對的風險也相似，臺灣應有考慮試辦公投電子投票之條件。

印度與台灣一樣，電子投票機均規劃採離線投票、計票方式，這部分沒有太大的資安問題。若未來台灣僅是上傳票數給計票中心時才短暫上線，由於票數都有加密，即便駭客真能攔截資料，要破解資訊需要一定時間。以台灣目前計票規模，若採電子計票，不到數分鐘可能就可以完成票數統計，相較於線上電子投票遭駭客竄改選舉結果的風險相對有限。未來台灣導入電子投票機，可要求業者公開原始程式碼接受檢驗，進一步提高民眾對電子投票機的信心。

此外印度在多年使用電子投票機經驗中琢磨出一套縝密的程序，包含隨機配置機臺與投票箱、封條簽名、雙卡紀錄、VVPAT驗證、機器備援等方式，大幅降低了選票作票的可能性，這些寶貴經驗都是台灣未來推動可參考的重要資訊。

本次拜會對於了解印度電子投票機在當地使用狀況、政府如何推動電子投票機制、如何對大眾進行說明、使用電子投票機面臨過那些問題、如何克服信任問題獲益良多，未來將納入作為對我國公民投票導入電子投票機制之建議。由於印度4月大選輔結束，此行適逢莫迪政府遭到國內22個反對黨質疑電子投票機(Electronic Voting Machine, EVM)的公正性；由於印度電子投票機屬國家保密資產並不出口，加上EVM製造商巴拉特電子有限公司(Bharat Electronics Limited, BEL)、電子信息產業集團公司(Electronics Corporation of India Limited, 簡稱ECIL)分屬國防部與原子能部，有強烈的政府色彩，不僅中選會提出拜會印度中選會對電子投票機使用進行了解遭拒，團隊對生產業者拜會邀約也無回音，困難重重。我國駐印代表處除建議未來類似政府拜會，可先循外交管道接洽，或可提高敏感議題拜會的成功性。

## 六、菲律賓出訪

### (一)出國期間

2018年11月19日至11月20日

### (二)出國地點

菲律賓馬尼拉

### (三)拜會對象與單位

此行出國訪問菲律賓選舉委員會 COMELEC (Commission on Elections)、電子投票機製造商 Smartmatic 菲律賓辦公室，以及菲律賓選舉觀察機構 DemocracyWatch，有關日期、地點與會議重點，分列說明如下：

日期	機關名稱	拜訪對象/職稱	洽談事項
11.19	COMELEC	Jose M. Tolentino, Jr./Executive Director 	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 菲律賓導入電子投票的過程、機種</li> <li>● 導入電子投票的配套推廣與行政程序</li> <li>● 未來改進方向與展望</li> </ul>
11.19	Smartmatic Manila	Pravir Dahiya/Global Services Director	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 電子投票機功能與測試程序</li> <li>● 電子投票機庫存、佈建、技術支援、故障排除、耗材供應</li> <li>● 在地系統整合商搭配</li> </ul>
11.20	Democracy Watch	Orlando O. Oxales/ Deputy Managing Director	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 菲律賓選民對於電子投票的信任度、滿意度調查</li> <li>● 菲律賓選民對於未來海外投票導入電子化的看法</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"><li>● 菲律賓選民對於紙本、電子投票並行的看法</li></ul>
--	--	---	---

#### (四)訪談 Jose M. Tolentino, Jr. (Executive Director)

菲律賓是從 2008 年菲律賓南部開始導入電子投票機的，是使用直接記錄電子式 (Direct-Recording Electronic, DRE) 機種，之後 2016 年菲律賓北部開始採行投票計數式 (Vote-Counting Machine, VCM) 機種，前者較便宜，但後者可更快完成投票程序。

為了取信於選民，菲律賓選委會找了 3 家國際機構進行認證測試，然後菲律賓政府也對業者要求須能檢視電子投票機的原始程式碼 (source code)，而且是找資訊技術 (Information Technology, IT) 專家來檢視程式碼。另外在對大眾宣導上也提前起跑，早於正式電子投票前的 6~12 個月就有所動作。

其實在更早之前菲律賓選委會考慮過指紋投票，每個選民進入投開票所後，在機器上對想投的候選人按一下指印即完成投票，但因為隱私與各種考量而作罷。

而為了避免選民重複投票，每個投完票的選民會在指甲上滴上特殊墨水，投票前會查驗是否已被滴過墨水，滴過者無法再投票，而墨水的效力約為一週。有的投開票所不是選務人員滴墨水，而是一個墨罐，選完的人自己把手指頭浸入墨罐內，一樣算滴上墨水。

另外電子投票後仍會保有紙本的存根聯紙票，這些紙票上的印刷文字可以保存 5 年不褪色，所以菲律賓也都留存 5 年以備查驗，不過有些地方投開票所只保留 3 年。

目前菲律賓仍保有傳統紙本投票，選舉時給投票者自行選擇要使用電子投票或紙本投票，另外也提供海外通訊投票，透過信封郵寄方式實施，海外投票尚未導入電子化。

#### (五)訪談 Pravir Dahiya (Global Services Director)

菲律賓是在正式選舉上使用電子投票機，但並沒有所謂的公民投票。菲律賓總共使用了 9 萬多台電子投票機，不過並非全部用購置的，約 1/3 是以租賃方式使用。菲律賓也避免中國影響選舉，所以雖然 Smartmatic 公司的電子投票機生產組裝重鎮在中國蘇州，但菲律賓依然選擇在台灣組裝投票機。

為了嚴謹度電子投票機共有 6 道測試，包含實驗室測試、現場測試、大量/強度測試、預投邏輯測試、精準度測試、以及最終測試。同時也由 Smartmatic 雇用大量約聘人員提供遠端客戶服務，以及由菲律賓在地系統整合商 (System Integrator,

SI) 提供現場技術支援服務，編制多達 4 萬人以上。

Smartmatic 電子投票所使用的耗材多數有兩國以上的供應來源，例如投票用的紙可來自加拿大、義大利、台灣、越南；特殊記憶卡則來自中國或台灣；熱感應紙亦來自中國、台灣等。其他如投票專用的簽字筆、投票結果無線傳遞的 GPRS (General Packet Radio Service) 數據模組等，均有兩國以上的選擇。

在運輸上，由於菲律賓有 7,000 多個島嶼，9 萬多台投票機必須使用各種物流運輸方式送達各投開票所，包含用直升機、用貨櫃車、用渡船、用驢子等，不過台灣這方面的問題較小，以單一的完整島嶼為主。

另外若遭遇投票機故障的問題，其實可以把投票機的特殊 SD (Secure Digital) 記憶卡 (僅可寫入一次，無法再修改) 取出，放入另一台可正常運作的投票機內，即可持續投票。不過投票紙上有機器碼，只有送入相對應機器碼的投票機才是有效投票，送入不同機器碼的投票機內則無效，防止盜用投票紙進行作弊。

其他防護設計也包含需要選務人員在電子投票機上輸入密碼才能正式啟動投票程序，並且也用相同方式關閉機器的投票功能。或存根用的熱感應紙用盡時，選務人員必須插入特有的 USB 隨身碟，方能開啟投票機的上蓋，以補充新的熱感應紙。

#### (六) Orlando O. Oxales (Deputy Managing Director)

菲律賓導入電子投票後其實滿意度很高，包含被選舉人滿意、多數選民滿意，只有極少數不滿意者，例如敗選者或少數敗選支持者。而相關的滿意度調查年年實施，首次調查即有 70%~80% 的高滿意度，之後年年逐增。

為了導入電子投票菲律賓進行很多宣導與示範，對此多半會動員公立學校的老師進行說明，甚至為此實施為期 3 個月的各地巡迴展示說明。而在正式選舉時若遭遇停電，電子投票機的後端也可以接上電池應急，直至供電恢復正常。

菲律賓目前只有在國境內實施電子投票，尚未對海外菲律賓公民提供電子投票，依然維持紙本的通訊投票，不過現階段也不考慮對海外菲律賓公民提供純網路的線上投票 (Internet Voting)，因為怕有妻子以離婚為威脅，逼迫丈夫在她面前用筆電完成投票，且投給妻子屬意的候選人。類似的情境也有可能黑道用暴力脅迫他人投出不情願的票，同樣是逼迫投票人在遠端用筆電完成投票，或者有利誘的買票交易等。所以雖可能評估與接受線上投票，但仍會以投開票所定點內的連線投票為主，不會開放遠端投票。

(七)DemocracyWatch 電子投票滿意度調查

**SATISFACTION WITH THE AUTOMATED POLLING SYSTEM**  
July 2016 and June 2019 / Philippines  
(In Percent)

*Base: Those who voted in the May 2016 / May 2019 elections*

Were you satisfied or dissatisfied with the automated polling system or counting of votes through the Vote Counting Machines or VCM? Would you say that you are...?

	RP	LOCATION				CLASS		
		NCR	LUZ	VIS	MIN	ABC	D	E
<b>UB JUNE 2019</b>								
<b>SATISFIED</b>	<b>87</b>	92	84	91	85	78	86	91
Very satisfied	39	27	27	58	53	23	38	47
Somewhat satisfied	48	65	58	33	32	55	48	45
MAY BE SATISFIED/MAY BE DISSATISFIED	8	5	11	5	5	3	9	4
<b>DISSATISFIED</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
Somewhat dissatisfied	5	2	4	3	9	18	4	5
Very dissatisfied	1	1	1	1	1	0	1	0
<b>UB JULY 2016</b>								
<b>SATISFIED</b>	<b>83</b>	83	76	90	90	72	84	85
Very satisfied	41	33	29	53	55	30	44	37
Somewhat satisfied	42	50	47	36	34	42	40	49
MAY BE SATISFIED/MAY BE DISSATISFIED	10	8	14	5	6	13	10	9
<b>DISSATISFIED</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>15</b>	<b>7</b>	<b>6</b>
Somewhat dissatisfied	6	6	9	4	3	15	6	5
Very dissatisfied	1	3	0	1	2	0	1	1

*Q. Kayo po ba ay nasisiyahan o hindi nasisiyahan sa automated polling system or pagbibilang ng boto gamit ang Vote Counting Machines (VCM)? Masasabi ba niyong kayo ay...?*

*Note: Figures may not add up to 100% due to rounding off or to Don't Know and Refuse responses.*

**CONTINUED USE OF AUTOMATED VOTING IN FUTURE ELECTIONS**  
July 2016 and June 2019 / Philippines  
(In Percent)

*Base: Those who voted in the May 2016 / May 2019 elections*

Would you like to see automated voting continued in future elections or not?

	RP	LOCATION				CLASS		
		NCR	LUZ	VIS	MIN	ABC	D	E
<b>UB JUNE 2019</b>								
<b>YES</b>	<b>91</b>	89	90	97	89	96	90	94
NO	7	6	9	3	10	3	8	5
DON'T KNOW	2	5	1	0	1	2	2	0
<b>UB JULY 2016</b>								
<b>YES</b>	<b>89</b>	89	86	93	91	83	89	91
NO	9	10	12	6	6	17	9	7
DON'T KNOW	2	1	2	1	3	0	2	3

*Q. Gusto po ba niyong ituloy ang automated voting sa mga susunod pang eleksyon o hindi?*

*Note: Figures may not add up to 100% due to rounding off or to Don't Know and Refuse responses.*

**TRUST IN THE 2016 / 2019 ELECTION RESULTS**  
July 2016 and June 2019 / Philippines  
(In Percent)

Base: Those who voted in the May 2016 / May 2019 elections

Please indicate how big or small your trust in the results of the 2016/2019 elections is. Would you say this is...?

UB JUNE 2019

	RP	LOCATION				CLASS		
		NCR	LUZ	VIS	MIN	ABC	D	E
<b>BIG TRUST</b>	<b>84</b>	82	83	92	81	91	84	85
Very big	23	11	16	28	40	21	22	31
Big	61	71	67	65	41	70	62	54
MAY BE BIG/MAY BE SMALL	13	14	16	5	11	6	13	10
<b>SMALL TRUST / NONE</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>5</b>
Small	3	4	1	2	6	3	2	5
Very small/None	1	1	0	0	2	0	1	0

UB JULY 2016

<b>BIG TRUST</b>	<b>74</b>	73	62	83	89	60	75	79
Very big	22	11	11	34	36	18	24	16
Big	52	62	51	49	53	42	50	62
MAY BE BIG/MAY BE SMALL	22	21	33	14	9	32	21	19
<b>SMALL TRUST / NONE</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
Small	4	4	5	3	2	8	4	2
Very small/None	0.4	2	0	0	1	0	1	0

Q. Pakisabi kung gaano kalaki o kalit ang inyong pagtitiwala sa naging resulta ng eleksyon ng 2016/2019. Masasabi ba ninyo na ito ay (SHOWCARD)?  
Note: Figures may not add up to 100% due to rounding off or to Don't Know and Refuse responses.

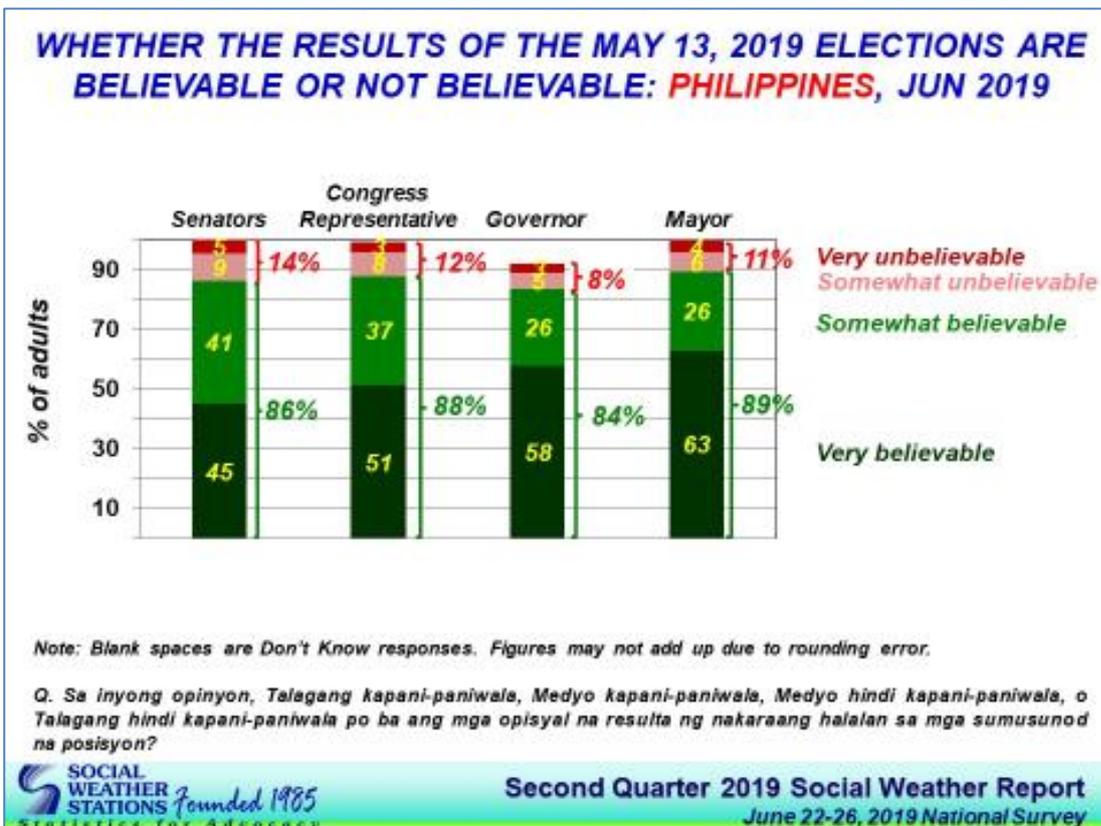
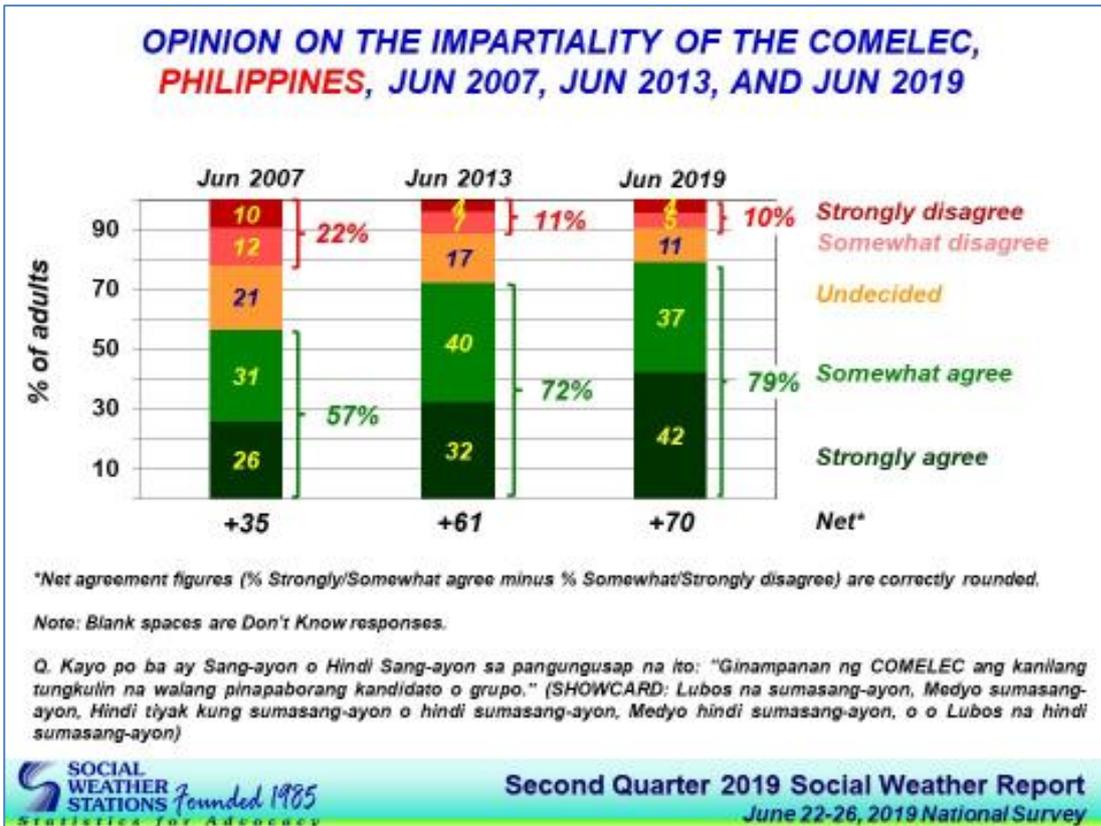
**OVERALL EVALUATION OF THE NATIONWIDE ELECTIONS, PHILIPPINES, JUN 2004 TO JUN 2019**



\*Net satisfaction figures (% Very/Somewhat satisfied minus % Somewhat/Very dissatisfied) are correctly rounded.

Note: Blank spaces are Don't Know and Non-responses.

Q. Gaano po kayo nasisiyahan o hindi nasisiyahan sa pangkalahatang pagsasagawa ng May 13, 2019 na eleksyon dito sa Pilipinas? (SHOWCARD: Lubos na nasisiyahan, Medyo nasisiyahan, Hindi tiyak kung nasisiyahan o hindi nasisiyahan, Medyo hindi nasisiyahan, o Lubos na hindi nasisiyahan)



#### (八)心得與感想

菲律賓在投票制度與投票技術上均有我國值得借鏡之處，例如海外可通訊紙本投票、18 歲即可投票，2008 年已開始導入電子投票，同時紙本投票、DRE 電子投票、VCM 電子投票等均並行使用，投票結果也透過無線傳輸以 256 位元 AES (Advanced Encryption Standard) 對稱加密方式傳遞。

菲律賓導入電子投票的配套宣導與行政措施也同樣值得參考，例如以墨水方式查驗是否已投過票？或者提前在各地巡迴宣導，其他如遠端客服、現場技術支援，甚至動用驢子將投票機送到偏鄉去裝設等，停電或卡紙時均有對應機制與程序。

而導入電子投票也確實帶來省時效益，過去純紙本投票時，2 小時內的開票僅佔所有投入票的 17%。導入電子投票後，相同的 2 小時已達 66% 開票率，大幅縮短時間。此外，7,000 多個島嶼、1 億人口也能實施電子投票，此對我國也是一大鼓舞，畢竟我國為單一連續島嶼為主，將更好配送與管理電子投票機，也少有斷電問題。

七、審查意見修正

中央選舉委員會

「電子投票機制運用於公民投票之研究-以簡易按鍵式、螢幕觸控式及光學掃描電子投票機設計為例」委託研究案期末報告

審查意見表

報告名稱：期末報告

日期：108 年 12 月 11 日

序號	審查意見	計畫修訂說明	修正頁次
一	1. 電子投票機若採用離線方式作業，雖然較為安全，但各投開票所投票機資料要如何彙整，應有一個整體性考量，另在離線方式下，要如何對為數眾多的投票機進行系統更新，亦請說明	1. 已依審查意見補充離線使用相關更新與作法	P.71-73
	2. 電子投票機若採客製化開發方式，建議採用 New eID 來做身分識別是較佳的方式。	2. 已依審查意見完成使用數位身分證的相關更新與作法。	P.58-59
	3. 公民投票試辦電子投票機的部分，試辦場域之選擇，例如那一個縣市、投開票所 較適合做為試辦地點建議 可於報告中界定選擇之標準	3. 已依審查意見補充試辦地點遴選模式	P.53-54
	4. 若採雙軌制，紙本投票與電子投票機並行投票機操作便利性可能並非首要考量，可考量其他因素，另數位落差亦須一併納入考慮	4. 已依審查意見補充電子投票機採用評估因素	P.66-67

序號	審查意見	計畫修訂說明	修正頁次
二.	<p>1 期末報告建議增列「我國公民投票」體制與程序之研析內容，彙整投票程序中可藉由電子化加速投票效率的環節，輔以國際現行作法提出電子公民投票建議</p> <p>2.本報告建議事項簡要提及法規調適之問題，而國際案例分析均無菲、印、美執行電子投票之配套法令規範相關資料，建議於三國案例中增列各國電子投票法制現況。</p> <p>3.產業發展方面，臺灣已有設備廠商成功打入國際市場，該等廠商應具有國際實戰經驗，宜考慮訪談廠商探究電子投票產業鏈全貌，以掌握電子投票產業發展契機</p> <p>4.公民投票、電子投票研究議題在臺灣學界已討論多年，而且有眾多文獻可以參考，無論是公民投票的法制研究與民溝通，或電子投票的身分驗證機制、雲端化行動化之電子投票等，中選會歷年亦有電子投票的國際觀查與評估資料，建議本研究報告參考歷年研究報告，據以深化建議事項之立論基礎</p>	<p>1.已依審查意見補充相關分析</p> <p>2.已依審查意見補充菲、印、美相關法規說明</p> <p>3.已補充鉅睿與安勤訪談於附錄</p> <p>4.已依審查意見補充相關報告於全文及拾、參考書目</p>	<p>P.67</p> <p>P.8-11</p> <p>P.79-89</p> <p>全文 P.115-116</p>

序號	審查意見	計畫修訂說明	修正頁次
三	<p>1. 關於印度簡易按鍵式電子投票機之研發、製造、輸出入 皆為印度國家單位所控管其他國家取得不易 研究報告建議採行租賃方案，印度之機型採行租賃方式是否可行請研究團隊於報告中予以敘明</p> <p>2. 推動電子投票機初期，不可能全面採行，須以雙軌方式逐步推動。電子投票倘規劃採申請制，在鄉鎮、市設置單獨投票所，則電子投票機數量可望大幅減少，成本估算或有不同，建議研究團隊納入補充分析。</p> <p>3. 期中報告與會人員所提審查意見及其回應處理意見，請於期末報告中補附。</p>	<p>1. 印度目前並無海外租賃銷售規劃 租賃式電子投票機不具可行性。</p> <p>2. 試辦採申請制，由於申請人散處各處，恐影響使用電子投票機投票意願，且不易了解大量使用下可能遭遇的狀況，造成評估上的偏誤。</p> <p>3. 已依審查意見完成補充</p>	<p>P.57</p> <p>P.54</p> <p>全文</p>
四	<p>1. 美印菲 3 國如何對開票結果進行驗證以處理選舉訴訟</p> <p>2. 如採印度投票機型，請補充說明印度計票程序及花費時間。</p> <p>3. 關於新一代國民身分證 (New eID) 應用於查詢投</p>	<p>1. 已依審查意見補充</p> <p>2. 已依審查意見補充計票程序，據查印度計票僅需一天時間</p> <p>3. 已依審查意見補充 New eID 相關使用說明。</p>	<p>P.44-48</p> <p>P.9-10</p> <p>P.51-52</p>

序號	審查意見	計畫修訂說明	修正頁次
	票地點、選舉人性別、年齡統計等，請多蒐集國外如何使用 New eID 之案例及應用服務。		
五	<p>1. 本案電子投票機 3 種投票機型可於報告中建議本會優先採用之順序。</p> <p>2. 關於「柒、建議事項」報告第 49 頁可就民眾投票便利性及後續之政策建議推動步驟及作法，作條列式分析。「捌、結論」部分第 64 頁建議研究團隊可對便利性印度機型等及符合台灣科技之應用領域觸控式機型提出條列、具體之建議。</p>	<p>1. 已依審查意見補充推薦順序</p> <p>2. 已依審查意見補充於建議事項與結論中</p>	<p>P.66-67</p> <p>P.53-58 P.71-72</p>
	以下空白		

中央選舉委員會

「電子投票機制運用於公民投票之研究-以簡易按鍵式、螢幕觸控式及光學掃描電子投票機設計為例」委託研究案期中報告

審查意見表

報告名稱：期中報告

日期：108年9月27日

序號	審查意見	計畫修訂說明	修正頁次
一	<ol style="list-style-type: none"> <li>對於採用「黑客松大賽」或「賞金獵人」建議釐清。</li> <li>若我國廠商對電子投票機軟體採自製開發方式，研究團隊對於軟體部分有無建議。</li> <li>建議可以自然人憑證進行測試，測試場域可以都市、偏鄉同時測試。</li> <li>對於國內電子投票機產業的提昇，建議可以提出評估。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>已依審查意見將「黑客松大賽」調整為「賞金獵人」，並補充瑞士郵政採用「賞金獵人」作法。</li> <li>有關軟體自製開發初步評估建議，已補充於「柒、初步建議事項 五、邀請業者共同評估後續發展方案」中。</li> <li>依審查意見修正建議，補充於「柒、初步建議事項二、發展因應數位身分證具可驗證的公投流程機制設計」中說明，作為未來中選會推動電子投票機試辦參考。</li> <li>有關提升國內電子投票機產業的評估與建議作法，已補充於「柒、初步建議事項建議五、邀請業者共同評估後續發展方案」中說明。</li> </ol>	<p>P.59</p> <p>P.64 P.70</p> <p>P.53 P.58-59</p> <p>P.69-70</p>
二.	<ol style="list-style-type: none"> <li>研究重點宜以我國「公民投票」之規定及作法檢視現有電子投票機制之適用情形，陳述美國、菲律賓及印度採用電子投票之強項及弱勢。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>新增「參、我國《公民投票法》與電子投票機相關規範」一章，補充我國「公民投票」之規定與做法對現有電子投票機制之適用情形。有關美、菲、印度採用電子投票之強項與弱勢已依審查意見整理至期末報告。</li> </ol>	<p>P.7-8</p> <p>P43-48</p>

序號	審查意見	計畫修訂說明	修正頁次
	<p>2. 本委託研究提出我國公民投票採用電子投票機之建議，宜從以下 2 個角度來討論：</p> <p>(1)在現行公民投票之規定及作法不變的情況下，適用我國國情的電子投票機必須滿足的最低條件。</p> <p>(2)如採用現有電子投票機制，我國公民投票之規定及作法需要做什麼調整。</p> <p>3. 國際各國採用電子投票之失敗案例請研析失敗因素，並檢視我國公民投票是否具有相同問題。</p>	<p>2. 新增「參、我國《公民投票法》與電子投票機相關規範」一章，並根據我國《公民投票法》現行規定及作法，並補充適用我國國情之電子投票機的基本條件，以及採用現行電子投票機需調整的做法,將依審查意見整理至期末報告。</p> <p>3. 已依審查意見於「肆、國外電子投票機採用概況」一章補充國際各國採用電子投票之失敗因素與我國公投是否面對相同問題之說明。</p>	<p>P.7-8</p> <p>P.18-19</p>
<p>三</p>	<p>1. 傳統紙本投票改成電子投票，不論是簡易按鍵式、螢幕觸控式及光學掃描式，制度轉換會引起社會大眾相當多的意見，建議將導入電子投票引起的社會討論過程納入研究，特別是選民投票習慣被改變，其他國家是如何進行宣導讓選民接受及使用電子投票，建議也納入分析。</p>	<p>1. 感謝委員指導，已將針對印度、美國、菲律賓等國家在電子投票宣傳、社會討論過程進行資料收集與分析，依審查意見整理至期末報告。</p>	<p>P.43-48</p>

序號	審查意見	計畫修訂說明	修正頁次
	<p>2. 選舉制度或選務作業改變很容易出錯，導入電子投票機涉及改變投票流程，風險相當大，輕則造成開票作業混亂，最嚴重可能影響選舉結果，這些實施電子投票國家，首次採用所遭遇的問題，請研究團隊分析其原因，並提出改善建議。</p> <p>3. 選舉機關必須依法行政，若本會辦理電子投票機公投試辦恐仍須有法律依據，請研究團隊就法規面需做之調整加以分析研究。</p>	<p>2. 已依審查意見於「肆、國外電子投票機採用概況」一章補充國際各國採用電子投票所遭遇問題。另完成評估各國對於遭遇問題原因及預防做法，補充於期末報告圖 8，作為我國推動之參考。</p> <p>3. 新增「參、我國《公民投票法》與電子投票機相關規範」一章，並根據我國《公民投票法》現行規定及國外作法，針對採用電子投票機法規面需做的調整完成補充說明。</p>	<p>P.14-19</p> <p>P.7-12</p>
四	<p>1. 對於期末研究的建議，除各國採行電子投票機之趨勢及未普遍採行的原因及疑慮之分析是一大重要面向外，也建議依本研究對各國電子投票機運作瞭解情形，針對我國適合採行之電子投票機類型選擇、加密防護方式、是否連線、是否採行紙本驗證方式等均提出具體建議。</p> <p>2. 本會前開發之電子投票機，開發迄今已逾 5 年，</p>	<p>1. 感謝委員指導，已依審查意見針對電子投票機機類型選擇、加密防護方式、是否連線、是否採行紙本驗證方式等，於期末報告提出具體建議。</p> <p>2. 感謝委員指導，已將把中選會電子投票機雛型納入評估，依民眾</p>	<p>P.58-67 p.71-74</p> <p>P.60</p>

序號	審查意見	計畫修訂說明	修正頁次
	<p>建議參酌近期各國電子投票機設計及改良方向，提出修正意見，併就採行可攜式電子投票機之可行性提出評估意見。</p> <p>3. 在成本估算方面，建議依每一投票所實際應配置之投票機數量及備用之投票機數量，將所需經費均納入估算，以利政策評估。又 2016 年印度一部電子投票機所需費用約為新臺幣 5300 元，建議就新機型所需費用再蒐集資料，納入報告，以提供完整經費分析資訊。</p> <p>4. 在電子投票機之試行方面，建議對於軟硬體設備開發、檢測、投票機製作及選舉人教育等各階段，提出有關期程建議，以利政策評估。</p> <p>5. 配合數位身分識別證 (New eID) 換發，2021 年舉辦之全國性公民投票即會面臨全面運用電子化設備辦理選舉人身分識別作業問題，應請將各國提供晶片刷卡、讀卡等身分</p>	<p>投票便利性、投票機資訊安全面等考量，在期末報告中提出綜合性的建議。</p> <p>3. 有關建議投票所配置電子投票機與備用機臺數量，參考國外實務比例進行估算，已補充於期末報告。印度較先進的電子投票機 M3 EVM 的現行單價約為 17,000 盧比，合新台幣約 7,300 元。上述相關說明已補充於「四、電子投票機單價」一節。</p> <p>4. 感謝委員指導，已針對電子投票機導入試行不同階段，於期末報告補充各推動期程建議。</p> <p>5. 感謝委員指導，已將把選舉票電子化設備設計及實施情形納入期末報告。</p>	<p>P.63-65</p> <p>P.54-57</p> <p>P.37</p> <p>P.58</p> <p>P.67-68</p> <p>P.58-59</p>

序號	審查意見	計畫修訂說明	修正頁次
	<p>辨識領取選舉票電子化設備設計及實施情形，納入期末報告。</p> <p>6. 前言建議增列 108 年 6 月 21 日修正公民投票法第 23 條增訂公投日以及自 110 年起每 2 年舉行 1 次之規定。另印度選舉委員會及美國聯邦選舉委員會係由委員組成，非由選舉專員組成，建議有關說明併同檢視修正。</p>	<p>6. 已依審查意見於「壹、前言」補充有關《公民投票法》修正資訊，並依委員建議修正美國、印度選舉委員會相關說明。</p>	<p>P.1 P.29-31</p>
<p>五</p>	<p>1. 本會之前開發的電子投票離型機，亦請放入報告，並跟其他國家做比較，最後依民眾投票便利性及投票機資訊安全面考量，建議我國宜採用何類型電子投票機。</p> <p>2. 電子投票機資安驗證需 1 至 2 年時間，其驗證流程亦請納入評估分析，在報告第 28 頁提及美國選舉協助委員會(EAC)制定驗證參考標準「自願性投票系統指南」(VVSG)，關於印度、菲律賓電子投票機資安驗證實施情形，採用國內或國外機構作驗證，請</p>	<p>1. 謹遵委員意見辦理，已將把中選會螢幕觸控式電子投票機離型同步納入遴選機型進行評估，並在期末報告中提出建議。</p> <p>2. 感謝委員指導，印度投票機全程離線，加上相關設計屬國家機密，並未有相關資訊公開。菲律賓電子票機為美國業者生產，資安驗證方面依循美國標準，查無相關資安規範。</p>	<p>P.53-57 P.63-66</p> <p>N/A</p>

序號	審查意見	計畫修訂說明	修正頁次
	<p>進行可行性分析並提出評估意見。</p> <p>3. 關於電子投票機單價估算，請就美國、印度及菲律賓再行補充，以利本會未來作經費評估。</p> <p>4. 報告中有些名詞不一致，英文縮寫請註明全名，請修正。</p>	<p>3. 已依審查意見補充印度電子投票機單價說明。美國與菲律賓電子投票機單價隱晦，且多以整體服務與購買租用數量計價，國內合作業者亦不知合作品牌商售價。菲律賓 Smartmatic 租賃機臺數若以 35,000 臺估算，每臺電子投票機租賃成本約為 1,000-1,500 美元。若為買斷，則單價將再提升。目前暫無查得進一步單價資訊。</p> <p>4. 已依審查意見調整，補充 EDCVL、ECIL、EAC 全名；CMD 為誤植，已刪除。</p>	<p>P.37-38 P.56-57</p> <p>P.27 P.30 P.31</p>
	<p>以下空白</p>		

## 拾、參考書目

1. 巴拉特電子有限公司，  
<http://www.bel-india.in/ContentPage.aspx?MIId=1&CIId=1&LIId=1&link=0>
2. 印度選舉委員會，<https://eci.gov.in/>
3. 印度反對黨提議-半數電子投票應經紙本驗證，中央社(2019/4/15)，  
<https://newtalk.tw/news/view/2019-04-15/233525>
4. 印度選舉流程，[https://en.wikipedia.org/wiki/Elections\\_in\\_India](https://en.wikipedia.org/wiki/Elections_in_India)
5. 印度選舉流程影片，<https://youtu.be/r8QkpXqv2cY>
6. 測試與認證計畫手冊  
[https://www.eac.gov/assets/1/6/Cert\\_Manual\\_7\\_8\\_15\\_FINAL.pdf](https://www.eac.gov/assets/1/6/Cert_Manual_7_8_15_FINAL.pdf)
7. 劉麗榮，2018/11/19，電子投票涉及層面多，關鍵在社會信任度，中央社，  
<https://www.cna.com.t/news/firstnews/201811290305.aspx>
8. 美國 VVSG 自願投票系統指南(上冊)，  
<https://www.eac.gov/assets/1/28/VVSG.1.1.VOL.1.FINAL1.pdf>
9. 美國 VVSG 自願投票系統指南(下冊)  
<https://www.eac.gov/assets/1/28/VVSG.1.1.VOL.2.FINAL.pdf>
10. 投票系統的標準、測試和認證，<http://www.ncsl.org/research/elections-and-campaigns/voting-system-standards-testing-and-certification.aspx>
11. 選民登記與投票指南，2019，紐約市選舉委員會。
12. 葉昱宗，新型態之電子投票機制，國防大學管理學院資訊管理學系碩士論文，民國 104 年。
13. 郭建邦，適用於我國電子投票之機制設計與研究，成功大學電機工程學習碩士論文，民國 100 年。
14. 柯淑敏，瑞士公民投票之研究—以電子投票之發展為例，南華大學歐洲研究所碩士論文，民國 97 年。

15. 邱昌泰，從各國電子投票經驗看我國選務的改革方向，研考雙月刊，28 卷 4 期，200，頁 25-35。
16. 謝美玲，赴印度參加「選舉管理：科技的角色」選務人員能力建構課程出國報告 民國 105 年 12 月。
17. 陳朝建、賴錦琬、陳宗蔚，赴瑞士考察選舉及公民投票實施概況出國報告，民國 108 年 11 月。
18. 張博雅、余明賢、莊國祥、李美雲、賴宗佑，參加印度選舉委員會成立 60 周年會慶及「選舉實務典範」研討會報告，民國 100 年 4 月。
19. 陳銘祥、陳怡芬，赴韓國首爾參加選舉國際研討會出席報告，民國 96 年 10 月。
20. 蔡佳泓、蔡金誥、賴宗佑，赴菲律賓共和國參加 2018 年亞洲選舉官署協會 (AAEA) 執行委員會議出國報告，民國 108 年 1 月。
21. 李進勇、莊國祥、賴宗佑，赴印度參加世界選舉機關協會(A-WEB)第 4 屆會員大會出國報告，民國 108 年 11 月。
22. 蔣麗君，應用電子選票於多選舉區不在籍投票之可行性研究，民國 101 年 1 月。
23. 劉嘉薇，我國推動電子投票的契機、挑戰與未來，民國 108 年 3 月。
24. 俞振華、蔡佳泓、莊文忠、王宏文，實施電子投票成本效益分析架構之研究—以日本、韓國與菲律賓電子投票推動情形為例，民國 101 年 3 月。
25. About Election Systems & Software,  
<https://web.archive.org/web/20130513213512/http://essvote.com/about-esands>
26. AccuVote®TSX 操作流程，<https://www.votetexas.gov/systems/accuvote.html>
27. Across the U.S., a patchwork of voting methods,  
[https://www.pewresearch.org/fact-tank/2016/11/08/on-election-day-most-voters-use-electronic-or-optical-scan-ballots/ft\\_16-11-07\\_votingtechnology/](https://www.pewresearch.org/fact-tank/2016/11/08/on-election-day-most-voters-use-electronic-or-optical-scan-ballots/ft_16-11-07_votingtechnology/)
28. Basic poll worker manual-2018/2018 Certification period, Board of Elections in the city of New York
29. Colin Barry et al, 2001, Electronic voting and electronic counting of votes—A Status Report
30. Cost of Counting the Vote,

- [https://www.citizen.org/wp-content/uploads/voting\\_equipment\\_pricing\\_mini-report\\_05\\_31\\_18\\_final-1.pdf](https://www.citizen.org/wp-content/uploads/voting_equipment_pricing_mini-report_05_31_18_final-1.pdf)
31. Donald P. Moynihan, Building Secure Elections : E-Voting, Security, and Systems Theory , Public Administration Review, Vol. 64, No.5, September/October 2004, p.515-528
32. Dominion Voting Systems, <https://www.dominionvoting.com/company>
33. Department of State Tells Counties to Have New Voting Systems in Place by End of 2019, <https://www.media.pa.gov/Pages/State-Details.aspx?newsid=276>
34. ECI Voting Equipments, Election Commission of India, <https://www.eci.gov.in/evm/>
35. Election Systems & Software, [https://en.wikipedia.org/wiki/Election\\_Systems\\_%26\\_Software](https://en.wikipedia.org/wiki/Election_Systems_%26_Software)
36. ES & S iVotronic 操作流程, <https://www.votetexas.gov/systems/ess-ivotronic.html>
37. Estimate for the Cost of Replacing Paperless, Computerized Voting Machines, [https://www.brennancenter.org/sites/default/files/analysis/New\\_Machines\\_Cost\\_Across\\_Paperless\\_Jurisdictions%20%282%29.pdf](https://www.brennancenter.org/sites/default/files/analysis/New_Machines_Cost_Across_Paperless_Jurisdictions%20%282%29.pdf)
38. Hart InterCivic, [https://en.wikipedia.org/wiki/Hart\\_InterCivic](https://en.wikipedia.org/wiki/Hart_InterCivic)
39. Here’ s who makes money from the voting machine requirement for Pa. counties — and how those decisions are being made, <https://papost.org/2019/05/28/heres-who-makes-money-from-the-voting-machine-requirement-for-pa-counties-and-how-those-decisions-are-being-made/>
40. How Much Does It Cost to Purchase an Electronic Voting Machine?, <https://votingmachines.procon.org/view.answers.php?questionID=000313>
41. Jeremy Laukkonen, 2018/11/22, Which States Use Eletronic Voting ? , Lifeware <https://www.lifewire.com/which-states-in-united-states-use-electronic-voting-4174835>
42. Proposed Voluntary Voting System Guidelines 2.0 Principles and Guidelines,
-

<https://www.federalregister.gov/documents/2019/02/28/2019-03453/proposed-voluntary-voting-system-guidelines-20-principles-and-guidelines>

43. Smartmatic 官網，<https://www.Smartmatic.com/>

44. The Direct Recording Electronic Voting Machine(DRE) Controversy：FAQs and

45. Misperceptions，2007，Congressional Research Service

46. The Federal Election Commission history，<https://www.fec.gov/about/mission-and-history/>

47. VVPAT 介紹，[https://en.wikipedia.org/wiki/Voter-verified\\_paper\\_audit\\_trail](https://en.wikipedia.org/wiki/Voter-verified_paper_audit_trail)

48. WATCH：How to vote in the Philippines

<https://www.youtube.com/watch?v=c7msuW4SMII>

49. Which States Use Electronic Voting? <https://www.lifewire.com/which-states-in-united-states-use-electronic-voting-4174835>