

Keysight Technologies

談校正的六個構面

白皮書

摘要

校正的選擇看起來似乎相當直接 — 校正就只是校正，只要服務供應商有一般的證書（通過 ISO 9000 驗證、ISO17025 認證等），無論您選擇的是哪一種服務或哪家供應商，所得到的服務應該都相當類似才對。然而事實並非如此，校正因為缺乏相關的規範，因此在提供的校正內容和價值上存在著極大的差異。

簡介

為了說明這些差異，並協助非技術專精的採購人員瞭解箇中的重要性，我特別將這些差異分為六個構面來解說，每一項對校正的有效性或對購買校正服務之企業的直接或間接成本都有影響。這篇文章所要探討的六個校正構面如下：

1. 測試的涵蓋範圍（有多少個參數？每個參數有幾個測試點？）
2. 所提供的資訊（提供了什麼資料？有沒有調整前和調整後的資料？）
3. 量測的不確定度（測試做得有多好？）
4. 校正週期性（多久需要校正一次？週期可不可以改變？）
5. 速度（您將會有多久的時間無法使用儀器？）
6. 套裝服務（有沒有提供財務上和相關服務的套裝產品？服務包含什麼項目？）

作者：Martin Aust
是德科技（Keysight Technologies）

面向 1：測試的涵蓋範圍

很明顯地，儀器經過愈徹底的測試，該儀器的量測結果就愈值得信賴。一般而言，儀器的製造商會建議應該測試的參數，以及每個參數應該檢查的測試點數。然而，還是常有便宜行事的服務供應商會省略其中許多必要的測試。由於業界一般並沒有任何的技術組織針對合理的校正制訂出一套測試涵蓋範圍的規範，因此這些不合理的作法並不會違反任何規定或原則。

通常會省略測試的主要原因有下列三個：

1. 服務供應商沒有進行這些測試所需的設備
2. 測試相當複雜且需要花很長的時間或需要特殊的技能才得以進行
3. 所協議的價格並不足以支應所有必要的測試

這往往意味著儀器中有很多重要的部份並沒有進行足夠的測試，結果可能使得該設備量測出錯誤的結果而不自知。

當您以這樣的設備來測試您的產品時，可能會造成其中以下一種不利的狀況：

1. 正常的產品可能會無法通過測試，造成昂貴的維修成本，且維修部門可能會增加很多 NFF (No Fault Found) (找不到問題) 的案例 (這是生產製造過程中的一個重要指標)
2. 不良的產品可能會通過測試，造成保固期限內退貨的情形增加，且維修成本也會提高，還會造成商譽受損

範例

有一家公司將其數值分析儀的偵測頭送到另一家知名的公司進行校正，該校正公司的程序是在該裝置頻率範圍的低、中和高，取三個頻率點進行測試，結果該裝置完全合乎規格，所以依例簽發其校正證明。但是該公司使用這個裝置時，取得的是一些奇怪的量測結果，於是他們將它送到是德科技尋求第二個意見。

是德科技的程序是在該裝置的整個操作範圍進行一次完整的頻率掃描，測試的結果發現該偵測頭在先前校正廠商沒有測試到的頻率有一個明顯的問題存在。如果一開始就使用掃頻的方法進行校正的話，應該可以省下許多的心力、時間和金錢。

這種情形就好比說：有一艘船的監視哨在其桅杆瞭望臺上進行警戒監視，由其望遠鏡中察看正東方、正北方、再察看正西方，然後就回報說：「沒有發現任何船艦」一樣。

例外

雖然如此，在控制得宜的情況下，做較少的測試並不一定是不好，這一點值得特別注意。對特定應用中所使用的儀器而言，只會用到一定範圍的儀器功能，因此僅專注於校正特定的功能或範圍是可以接受的，事實上甚至可能會更好，例如，如果校正可以集中在那些特定的範圍，進行比一般完整校正更詳盡的測試的話，結果將更令人滿意。

不過，這種方法不適合用在很多應用都會使用到的設備，或是通用型的一般設備上。

面向 2：所提供的資訊

校正時進行的各項測試所得出的相關資訊可做為許多決策的基礎，因此，您能否取得所需的資訊，而且是準確詳實的資訊是很重要的。

有鑑於此，最好能在校正後附上能看出儀器在每個測試點的完整效能資料。這些資料可以證明確實按照上述的測試涵蓋範圍進行測試，也可用來做為不同服務供應商之間的比較基礎。

不過，這些資訊的重要性不僅止於此。當校正服務廠商發現儀器超過其規定的容許範圍（O.O.T. - out of tolerance）時，表示您可能已經有一段時間使用該儀器做不正確的量測了。若要評估此問題是否有影響到您先前的測試，您需要知道該儀器出現 O.O.T. 的地方及程度，才能決定是否需要採取補救措施，重新測試或是回收您的產品。如果沒有這些資訊的話，您可能就無從得知以前的測試是否有問題，或者如果校正只簡單地註明儀器超過了規定的容許範圍（O.O.T.），而沒有提供相關的詳細資料時，您就無法做出正確而明智的決定了。

真正有用的資料是校正服務商在一收到該設備後所進行的全套效能測試得出的完整資訊，一旦在這項測試中對設備做過任何的調整都會破壞掉隨後進行之測試的完善度。經過調整之後所得到的第二組資料可以確認該儀器已經在容許範圍內了，能讓您放心地使用該儀器進行測試。

另一項重要的資訊是「量測的不確定度」。

以最簡單的方式來說就是，用來測試您的儀器之設備，其準確度至少要比被校正的設備好四倍以上。（一般認為四倍是最小的測試準確度比例（TAR），對校正很有用）。

更詳細的不確定度資訊會以表格的形式列出所有的參數，以及與量測這些參數相關的所有不確定度數據。這些數值可以用百分比來表示（如 $\pm 0.5\%$ ），或是以量測的單位來表示（如 $\pm 0.2 \text{ mV}$ ），其中又以量測單位來表示的比較有用。

最詳細的資訊就是與每項實際進行的量測一同列出的量測資料本身所提供的。

面向 3：量測的不確定度

量測的不確定度是一種評估校正測試做得多好的方法——也就是校正服務商進行的每一項測試有多準確。除非能知道量測的不確定度，否則這是一個看不到的構面，但卻對所進行過的校正是否真的有用，有著重大的影響。

從不確定度可以明顯地看出校正服務商是否具有進行量測的足夠技術能力。不確定度可以由廠商自行評估或是經過公正單位的鑑定，經公正單位認可的不確定度較具價值，因為是由英國的 UKAS、日本的 JCSS、德國的 DKD，以及美國的 A2LA 等公認的鑑定組織進行客觀獨立的評估後所頒發的。

您可以查看各家合格校正實驗室的最佳量測不確定度數值，這些資訊都是公開的，往往可從該組織的網站上取得，如此一來，您就可藉此瞭解這些實驗室的技術能力，也可以比較其進行特定量測的能力。利用這些資訊可以評估哪家實驗室對特定的量測最專精，也能夠確定哪些實驗室對某些設備其實沒有進行重要量測的足夠能力。

談到合格認證的問題，一家實驗室只要具有幾項主要量測的能力，常常就能獲得合格認證，但接下來，他們往往會開始接受超出他們認證範圍的設備校正委託。他們可能只得到一種量測的合格認證，卻足以讓他們出示合格廠商的證書，然後開始對外宣稱他們是合格的實驗室，但實際上他們的能力對測試大部分的儀器顯然是不足的。

舉例說明

一份針對兩項相當基礎的量測，對英國的校正服務商，進行最佳量測能力的評選調查中，觀察到一些相當有趣的結果。

所選定的量測項目為 10 MHz 頻率和 1 V 的直流電壓量測。這項資訊是從 UKAS 網站取得的。

在 10 MHz 的測試項目中，所鑑定出來的不確定度分佈得相當廣，最好的是 1 pHz/Hz，最差的是 3 μ Hz/Hz。因此，當量測 10 MHz 的信號時，最好的不確定度為 ± 0.00001 Hz，而最差的則高達 ± 30 Hz。由於大部分石英振盪器的規格都遠窄於 ± 30 Hz，很明顯地，由這家公司為石英振盪器或任何量測頻率的儀器所進行的校正，無論校正報告中列的準確度為何都是沒有意義的。

在 1 V 直流電壓的測試項目中，不確定度的分佈雖然沒有這麼廣，但還是相當明顯：最好的是 0.4 μ V/V，而最差的是 20 μ V/V。大部分合理的萬用電錶都能量測顯示 6 位半，這表示用來量測 1 V 的直流電壓時，應可以顯示 1.000000 V（到 1 μ V）的結果。0.4 μ V/V 的不確定度能準確地量測到 0.4 μ V，對這項測試而言是足夠準確了，但是 20 μ V/V 的不確定度卻只能量測到 20 μ V 的準確度，使得該萬用電錶所顯示的最後一個位數變得完全不可靠。

記得，公佈的「最佳量測能力」與個別產品校正之實際不確定度也許不同。比較一些代表型號之證書 / 報告的例子，也許能給予不同之瞭解。

面向 4：校正的週期性

校正的週期性指的是一部儀器需要多久校正一次，一般而言，儀器的製造商會建議每一種儀器的校正週期，通常週期為一或兩年，所依據的是各種電路的平均漂移率。儀器開發設計的時候，會花很多心力將漂移減到最小，但是漂移仍然是一項不能完全免除掉的因素，這也是為何需要進行校正的緣故。

若要評估儀器製造商所建議的校正週期是否可以調整，需要下列兩項資訊：

1. 該儀器的校正歷史
2. 會使用該儀器的應用

第一點可以直接參考我們討論過的構面 2 所提供的資訊。一般能接受的一個原則是：如果連續三次的校正結果都顯示出儀器還在規格範圍內，校正週期就可以合理地加以延長。同樣地，如果連續兩次的校正都出現需要調整的情況時，就要縮短週期，這是持續性的問題。

第二點是攸關風險的問題，如果該儀器所進行的量測具有關鍵性的影響，最好謹慎一點將校正週期縮短，以降低不良量測的風險。另一種應用的可能是，即使做了不良的量測，影響也不是太大的話，則可以適度地延長校正週期。

考慮過風險和歷史記錄之後，就可以維護一套有效的校正週期管理方案，以降低關鍵性量測發生不良結果的機會，也可以控制成本。

面向 5：速度

進行校正時，通常需要將您的儀器由其工作崗位上移下來，再送到進行校正的地點，一般會花上一個禮拜或更長的時間才能重新上線。這意味著當儀器不在的時候，您不是要停止正在進行的工作，就是需要採購或租用一部備用儀器，以支應不能停頓之重要任務所需。

如果事先知道設備會被送走兩個禮拜的話，您可以事先規劃，視情況安排備用設備或租用替代設備等事項。然而，如果廠商答應的兩個禮拜不幸變為三個禮拜或更長的時間，不只花費會隨之升高，且整個狀況也會超出控制的範圍。因此，最好能確保校正服務商所承諾的校正完成時間不會太長，且同樣重要的是，服務商真的能信守承諾。

若校正服務公司能在您的地點進行校正服務的話，可以將周轉時間縮短到幾個小時，事實上只需要花進行校正的時間就可以了。這種服務的成本可能會比較高，但是所增加的費用與可因減少採購或租用備用儀器所節省下來的花費相比，實在是微不足道。

不過這裡要提出一項警告：到廠服務似乎是一種很理想的方法，但還是需要確認一下校正相關的技術面是否能合乎您的需求，往往會有到廠校正服務的公司僅僅提供所需的一部分測試而已，使得不確定度會變得更高。這種情形事先不一定看得出來，得等到他們真的到達現場之後，您才會發現他們只配備了部分的測試設備，而且測試能力也差很多。

是德科技無論在服務中心，或是在客戶的地點，都能提供完全一樣的標準和高品質的校正服務。

面向 6：套裝服務

考量校正成本的時候，往往主要考慮的是基本的服務價格，但若以套裝服務的角度來考慮的話，有可能可以一併降低一些較不易發覺的費用，例如：增加採購單的量、發票付款作業、以及將某些性質的服務協定去除以降低服務價格等有關的費用。

是德科技提供各式各樣的套裝服務，目的是為了降低採購校正服務時會發生的直接和間接成本。其中有許多可將服務費用平均分攤在一整年內，以免支出出現高峰和低點的不均勻現象。

這個構面還有一些其它的考量因素，是有關運送成本和一些小維修方面的。如果這些都能包含在套裝服務內的話，可節省的費用也很可觀。若不是套裝服務的話，這些額外的費用可能相當叫人吃驚。

範例

有一家公司對每具 AVO 錶（通用型類比萬用電錶）的校正報價為 15 元美金，結果在一段時間之後，客戶驚覺到他們實際為 AVO 錶所支付的校正費用一直都是美金 40 元。

當進一步詢問服務廠商時，他們才透露說進行 AVO 錶校正時，最好能一併更換電池，但是更換電池的作業對該公司而言要以維修來計費，因此每次都會有 25 美金的額外維修費用。

這個例子所看到金額雖然不大，但是以 12 個月來看的話，會累積成一筆很大的額外花費。

結論

以上所探討的 6 個校正構面全都對您所購買之校正服務的成本和品質有所影響，我希望透過這樣的說明能協助您做出最明智的決定，而不是完全依據第 7 個構面 - 價格來決定。就像所有的採購法則一樣，通常都是一分錢一分貨的。

確實瞭解校正服務的內涵及其對貴公司的影響，應該可以讓您依據科學數據來下決定，而少一點不切實際的陷阱。

myKeysight

myKeysight

www.keysight.com/find/mykeysight

透過個人化頁面查看與您息息相關的資訊



www.axiestandard.org

AdvancedTCA[®] Extensions for Instrumentation and Test (AXIe) 是基於 AdvancedTCA 標準的開放標準，將 AdvancedTCA 標準延伸到通用測試和半導體測試領域。是德科技為 AXI 聯盟的創始會員。ATCA[®]、AdvancedTCA[®] 和 ATCA 商標為 PCI 工業電腦製造商協會在美國的註冊商標。



www.lxistandard.org

LXI 是繼 GPIB 之後推出的區域網路 (LAN) 標準，可提供更快速、更有效率的網路連結方式。是德科技為 LXI 聯盟的創始會員。



www.pxisa.org

PCI eXtensions for Instrumentation (PXI) 模組化儀器提供堅固耐用的 PC 式高效能量測儀器與自動化系統。



三年保固

是德科技的卓越產品與長達 3 年保固服務的完美結合，助您一臂之力達成業務目標：增強操作便利性，降低持有成本，增強量測信心。



是德科技保固保證方案

www.keysight.com/find/AssurancePlans

是德科技提供長達十年保固，以避免任何意外的維修費用，確保儀器能夠在規格範圍內運作，讓您能永遠信賴儀器提供的量測準確度。



www.keysight.com/quality

是德科技—DEKRA Certified ISO 9001:2008 品質管理系統。

是德科技銷售夥伴

www.keysight.com/find/channelpartners

兩全其美：是德科技專業的量測技術與齊備的產品，搭配是德科技銷售夥伴的服務與彈性價格。

有關是德科技電子量測產品、應用及服務的詳細資訊，可查詢我們的網站或來電洽詢

聯絡窗口查詢：

www.keysight.com.tw/find/contactus

台灣是德科技網站：

www.keysight.com.tw

台灣是德科技股份有限公司

免費客服專線：0800-047-866

104 台北市復興南路一段 2 號 7 樓

電話：(02) 8772-5888

324 桃園市平鎮區高雙路 20 號

電話：(03) 492-9666

802 高雄市四維三路 6 號 25 樓之 1

電話：(07) 535-5035