

DC READY

資料中心服務指導檔

(電氣和機械製冷部分)

版本：1.0

審訂：陳立閔

編輯：王海峰

張大紅

使用條款

Underwriters Laboratories Inc. ("UL") 與其子公司及關係企業歡迎使用者閱讀本文 ("檔")。本檔為 UL 所有，並由其位於伊利諾州諾斯布魯克的辦公室所維護。根據以下的使用條款 ("條款")，UL 提供使用者檔存取權，以及檔所提供的相關資訊，在使用本檔之前，請仔細閱讀這些條款。

1. 接受條款。

存取與使用本檔的同時，即表示使用者接受並同意這些條款內含之條款與條件的法律約束力。如果使用者不同意這些條款，則不得存取或使用本檔。

a. 條款變更。

UL 保留在未通知使用者的情況下，因故隨時變更、修訂、更新或刪除這些條款的權利。任何相關的變更、修訂、更新或刪除，將在張貼之後立即生效。若在相關修訂之後持續使用本檔，將視同使用者已接受相關變更。此外，UL 得以隨時變更或終止本檔的任何方面、服務或特色 (例如內容、供應狀況等)。

2. 使用範圍。

本檔僅供作使用者的個人資訊，且非商業性用途。在事先取得 UL 的書面同意之前，嚴格禁止本檔所提供之任何資訊、軟體或其他資料的商業性使用、複製、傳輸或分發。同意僅基於合法且為本條款所許可之目的使用本檔。使用者明確同意不得透過任何自動化的方式 (包括使用 scripts、bots 或網路爬蟲等程式)，存取 (或嘗試存取) 或有系統地擷取本檔之任何部分的資料。嚴格禁止透過採集或自動化方式從本檔收集資料。同意不得從事干擾或中斷本檔，或是干擾其他方使用與享受本檔的任何活動。

a. 使用者內容。

UL 並未管制使用者內容，因此，並不保證相關使用者內容的正確性、完整性或品質。UL 絕不承擔任何使用者內容的責任，或負責因為其使用和/或出現於本檔之上而引起之任何索賠、損害賠償或損失。使用者在此聲明與保證使用者對所提供之使用者內容與其內所含的全部資訊，都具有必要的相關權利，且該使用者內容不得侵犯、違反或不當挪用協力廠商的智慧財產權或其他權利，或是含有中傷、侵權或其他非法的資訊。使用者瞭解 UL 可以事先篩選或不篩選使用者內容，但是 UL 與被指定人應有權利 (但非義務) 全權酌情決定事先篩選、拒絕或移除本檔上所提供的任何使用者內容。在不限制上述規定的情況下，UL 與其被指定人應有權利移除違反這些規定或有爭議的任何使用者內容。

b. 編輯者內容。

UL 並未主張編輯者所提供予本檔之任何使用者內容的所有權。藉由提交、提供使用者內容到本檔，編輯者自動並在此賦予一項全球免版稅、永久、不可撤銷、非獨家、可轉讓的權利給 UL、其關係企業與子公司，授權以現在已知或以後開發的任何形式、媒材或技術，使用、發表、表演、展示、展出、複製、修改、改寫、編輯、翻譯、結合其他作品創制衍生性產品、分發、轉售與以其他方式利用該使用者內容 (全部或部分)。使用者也允許其他使用者基於其個人用途存取、檢視、儲存或複製該使用者內容。

編輯者如果提供任何使用者內容到本檔，即表示使用者同意以下的行為規範：

- 同意不提供任何違反或侵犯他人權利的使用者內容，包括可能是謾罵、騷擾、跟蹤或威脅他人的言詞；
- 同意在必要的情況下，對於所提供的任何使用者內容，具有每個可識別者的同意，以本檔所考慮的方式使用該人的姓名或肖像；
- 同意不得提供任何非法、有害、具威脅性、騷擾、侵權、謾罵、粗俗、猥褻、中傷、侵犯他人隱私、仇恨、或有種族、道德或其他爭議性的使用者內容；
- 同意不得提供違反任何法律、或從事可能構成刑事犯罪或引發民事責任之活動的使用者內容；
- 同意不得提供任何鼓吹或指導非法活動、或討論意圖進行非法活動的使用者內容；
- 同意不得提供任何使用者內容，其包含廣告、行銷或招募產品或服務、或任何主動提供或未授權的廣告、促銷資料、"垃圾郵件"、"廣告信"、"連鎖信"、"層壓式推銷"、或任何其他形式的招募；
- 同意不得模仿任何人或實體，包括但不僅限於任何的 UL 員工，或不實陳述或以其他方式誤傳與任何人或實體的關聯；
- 同意不得"跟蹤"或以其他方式騷擾他人；
- 同意不得收集或儲存關於其他使用者的個人資料，或以其他方式違反另一位元元使用者的隱私權；
- 同意不得再制、複製、拷貝、銷售、轉售或以商業目的利用本檔的任何部分；以及
- 同意不得提供任何違反、侵犯或不當挪用協力廠商之版權、商標、商業秘密、個人公開權或其他智慧財產權或專屬權利的使用者內容。應自行負責因任何侵犯版權、商標、商業秘密、個人公開權或其他智慧財產權所引發的損害賠償，或因為這類的提交所引發的其他傷害。由 UL 全權酌情確定為違反他人權利的任何人，應被禁止在本檔上提交或張貼進一步的資料。

c. 使用者提交給 UL 的建議。

透過 UL 建議或意見回饋網頁提交想法、建議、文件和/或提議 ("建議") 的同時,即表示使用者確認且同意:(a) 使用者的建議並未包含機密或專屬資訊;(b)UL 對建議並沒有明確或暗示的保密義務;(c)UL 可以在全世界以任何媒材、任何方式使用或揭露(或選擇不使用或不揭露)使用者的建議;(d)UL 可能已經在考慮或開發類似建議的事務;(e) 使用者的建議將自動成為 UL 的財產,且 UL 對使用者沒有任何的義務,使用者在此將該建議的所有權利、所有權與權益(包括所有的智慧財產權)讓渡給 UL;以及(f) 不管在任何情況下,使用者皆無權向 UL 取得任何的報酬或賠償。

3. 智慧財產權。

使用者確認本檔包含文字、軟體、商標、標語、照片、視訊、圖片、音樂與聲音,以及其他內容(統稱為"內容"),這些皆受到版權、商標、商品包裝、專利、商業秘密和/或其他財產或專屬權利的保護。此處的「內容」與所有的權利都是 UL 或其授權者的獨家財產。在不限上述規定之完整性下,UL 持有相關「內容」在挑選、協調整合、安排與強化,以及部分或全部原創內容的版權。在沒有 UL 或其授權者的明確許可,或相關法律的明確許可之下,使用者不得拷貝、修改、解編輯、逆向工程、出版、分發、傳輸、參與轉讓或銷售、創造衍生性產品、或以任何方式利用全部或部分的內容。使用者確認使用者並未因為使用本檔而取得內容的任何所有權權利。

同意所有 UL 與其子公司與關係企業的商標、認證標誌、商品名稱、服務標章與其他 UL 商標與品牌特徵(統稱 "UL 標誌")都是 UL 或其子公司或關係企業的獨家財產。如未事先取得 UL 的書面許可,同意不得以任何方式顯示或使用 UL 標誌。在不限上述規定之完整性下,此處的規定不得詮釋為賦予使用者使用任何 UL 認證標誌的任何權利。

4. 廣告與促銷。

UL 得以在本檔上刊登協力廠商的廣告與促銷。使用者與該協力廠商的業務往來或通訊、或參與促銷,以及關於此類往來的任何條款、條件、保證或聲明,都僅適用於使用者與該協力廠商之間。UL 不負責因為此類商務往來或是協力廠商在本檔上的廣告所引起的任何損失或損害。

5. 版權法規。

UL 尊重所有版權持有人的權利,並已經採取與實施一項政策,以提供在適當的情況下,終止違反版權持有人之權利的使用者。如果使用者認為自己的作品被拷貝或使用的方式構成版權侵犯,請提供 UL 數位千禧年著作權法案 17 U.S.C. 512 之網路著作權侵害責任限制法案所要求的以下資訊:

1. 代表據稱被侵犯之獨家權利持有人的被授權者實體或電子簽名;
2. 宣稱被侵犯之版權作品的識別,或者,如果是單一通知涵蓋在單一線上檔的多重版權作品,則是在該檔之相關作品的代表清單;
3. 宣稱侵犯或為侵權活動之主題,且要撤除或是取消存取的材料識別,以及足以讓我們合理地找出相關材料的資訊;
4. 足以讓我們聯絡投訴方的合理資訊;
5. 投訴方聲明持有合理原因投訴資料使用方式並不是版權持有人、其代理或法律所授權的;以及
6. 投訴方聲明通知內的資訊是正確的,如有不實,願受偽證處罰,投訴方是被授權代表據稱被侵犯之獨家權利的持有人。

對於根據數位千禧年著作權法案的版權洽詢,請於下列網址聯絡 UL: legal.department@us.ul.com

6. 連結。

為了使用者的方便,本檔可以包括,或協力廠商可以提供到其他檔或資源的連結。使用者確認並同意 UL 不負責該外部檔或資源的供應狀況,且不背書,也不負責該檔或資源所提供的任何內容、廣告、產品或其他資料。使用者進一步確認並同意 UL 不直接或間接負責因為使用或仰賴該外部檔或資源所提供之內容、廣告、產品或服務所造成或引發相關的任何損害賠償或損失。請閱讀使用者從我們檔連結之其他公司或檔的使用條款政策。如果使用者決定存取本檔所連結的協力廠商檔,使用者必須自行承擔風險。再者,連結並不暗示 UL 與所連結的文件有任何關聯,或該連結的檔被授權使用任何的 UL 標誌。

為了建立到本檔的超連結,使用者必須聯絡 UL,以取得 UL 的連結核准。使用者只能以 UL 所規定的方式與位置,使用 UL 所提供或核准的文字與圖像,且使用者必須遵守 UL 當時所規定的條款與條件。

7. 免責聲明;責任限制。

使用者需自行承擔使用本檔的風險。本檔是以"現狀"與"現有"基礎所提供的。UL、其子公司與關係企業,以及相關的理事、主管、員工、代理、承包商、合作方、內容提供者與授權者明確否認所有明確或暗示的各種聲明與保證,包括但不僅限於:(i) 所有權、商品適

用性、對特定目的之適用性的暗示保證；(ii) 不侵權；(iii) 本檔不中斷、及時、安全或零錯誤；以及 (iv) 關於使用者透過本檔所取得之任何產品、服務、資訊或其他材料的品質。

UL、其子公司與關係企業，以及相關的理事、主管、員工、代理、承包商、合作方、內容提供者或授權者，都不負責本文件之使用者或協力廠商的誣謗性、冒犯性或非法的行為，且使用者必須全權負責因上述情況而受到傷害的風險。

透過本檔的使用所取得或下載的任何內容，使用者須為存取酌情全權負責，使用者必須自行負責，並在此放棄因為下載此資料而損壞使用者的電腦系統、網際網路存取、下載或顯示裝置，或資料流程失的任何索賠與訴訟。

使用者明確瞭解並同意 UL、其子公司與關係企業，以及相關的理事、主管、員工、代理、承包商、合作方、內容提供者與授權者將不會為使用者因以下情況造成的任何損害負責：包括但不僅限於任何懲罰性、間接性、附帶性、特殊、後續或代表性的損害賠償、利潤、商譽、使用損失或其他無形的損失（即使 UL 已經被告知相關損害賠償的可能性）：(i) 本檔的使用或無法使用；(ii) 購買替代性產品與服務的成本；(iii) 未授權存取或變更使用者的傳輸或資料；(iv) 任何協力廠商在本文件上的聲明或行為；或 (v) 任何關於本檔的其他資料。有些行政區不允許排除特定的保證或限制或排除附帶性或後續性損害的責任。因此，使用者可能不適用上述的一些限制。

8. 保障。

同意保障與避免 UL、其子公司與關係企業，以及相關的理事、主管、員工、代理、承包商、合作方、內容提供者與授權者因為任何協力廠商基於下列情況所提出之索賠或要求的傷害，包括合理的律師費：(A) 使用者所提交、張貼、傳輸、修改或以其他方式透過本檔提供的內容；(B) 使用者對本檔的使用；(C) 使用者對這些條款的違反；或 (D) 使用者對他人權利的侵犯。

9. 終止。

UL 得以在未通知使用者的情況下，隨時終止、限制或暫停使用者對本檔的存取。相關終止、限制或暫停存取的理由包括但不僅限於：(A) 破壞或違反這些條款（包括任何的附加條款）；(B) 執法機關或其他政府機關的要求；(C) 本檔（或任何部分）的廢止或重大變更；(D) 不預期的技術或安全議題或問題；和/或 (E) 使用者從事詐欺或不法的活動。再者，同意 UL 可以全權酌情負責所有的終止、限制存取或因故暫停，且 UL 不因為使用者終止使用帳號、相關的電子郵件地址或檔存取，而對使用者或任何協力廠商負責。

10. 仲裁。

在使用本檔的同時，即表示同意：(1) 使用者因為這些條款或本檔所引起對 UL 之相關的任何索賠、爭議或糾紛，應由美國仲裁協會 ("AAA") 所施行具約束力的最終仲裁獨家解決，並在單一仲裁者面前根據 AAA ("規則與程式") 所訂定的相關規則與程式進行；(2) 仲裁將於 AAA 根據規則與程式所決定的地點舉行（但是該地點對使用者將會是合理與方便的），或是使用者與 UL 所共同協議的其他地點；(3) 仲裁者應運用與聯邦仲裁法案相符的伊利諾州法律以及相關的訴訟時效法規，並尊重法律所認可之豁免權的要求；(4) 不應有對於仲裁任何根據集體或代表基礎之主張的許可權；仲裁只能判決使用者和/或 UL 個別主張的仲裁；而且仲裁者不得整合或加入立場類似之其他人或團體的主張；(5) 如果使用者能夠證明相較於訴訟費用，仲裁的費用令人望而卻步，在仲裁者認為避免仲裁因為費用令人望而卻步的必要情況下，UL 將支付使用者關於仲裁的申請與聽證費用；以及 (6) 除了上述 (4) 小節以外，如果本仲裁規定的任何部分被視為無效、無法實施或違法、或是與 AAA 所訂定的規則與程式相衝突，則本仲裁規定的其他部分應維持有效，且應根據其條款詮釋，視同此處不包含無效、無法實施、違法或衝突的規定。然而，如果 (4) 小節被認為是無效的、不可實施或非法的，則本仲裁規定將喪失其完整性，使用者或 UL 都無權要求對其糾紛的仲裁。如需關於 AAA 以及其規則與程式的更多資訊，使用者可以造訪 AAA 檔，網址如下：

<http://www.adr.org>。

11. 隱私權與個人資料。

關於 UL 如何收集與使用個人資料的資訊，請參考 [隱私權政策](#)。同意根據 UL 的隱私權政策使用使用者的資料。

12. 國際使用者

本檔是由 UL 從其位於美國伊利諾州諾斯布魯克的辦公室所管理的。在本檔上公佈的任何資料可能提及在貴國沒有供應的產品、程式或服務。關於這方面，請洽詢使用者當地的 UL 業務聯絡人。

再者，UL 並未聲明本檔是適合或可以在美國以外的其他地點使用。在本檔內容為非法的屬地，禁止存取本檔。

使用者不得在違反美國或其他國家之出口法律之下，使用本檔或匯出資訊與資料。如果使用者從美國以外的地點存取本檔，使用者必須負責遵守所有的相關法律。

13. 其他細目。

a. 准據法與管轄權。

使用者與 UL 同意這些條款與雙方之間的關係應受美國伊利諾州法律的管轄，不考慮與法律規定或規則的任何衝突，而因這些條款或是使用者與 UL 之間的關係所引起或相關的所有索賠、起訴或爭議（不管理論為何），應專門提交位於美國伊利諾北區美國地方

法院，或庫克郡的法庭審理。使用者與 UL 皆同意接受位於伊利諾北區或庫克郡境內法庭的獨家個人管轄權，並同意放棄由該法庭對雙方行使管轄權以及在該法庭內對裁決地點的異議。

b. 完整的合約。

這些條款構成使用者與 UL 之間的完整協議，並管轄使用者對本檔的使用，取代使用者與 UL 之間關於本檔的舊版條款。同意除了這些條款明確規定以外，這些條款並沒有協力廠商受益者。這些條款的章節標題僅為權宜之用，沒有法律或契約效力。

c. 個別合約。

使用者可能與 UL 或其關係企業或子公司具有其他的合約。那些合約是這些條款以外的獨立合約。這些條款並未修改、修訂或變更使用者與 UL 之其他合約的任何條款。

d. 非專業建議。

本檔所提供的資訊是做為關於所報導之事務的一般資訊資源，並不是依據使用者的特定環境所擬定的。使用者不得將本資訊詮釋為法律、會計或其他專業建議。使用者需自行承擔使用本檔資訊的風險。

e. 訴訟時效法規。

同意不管任何法規或法律有相反的規定，因為使用本檔或這些條款所引起或相關的任何索賠或訴訟，應於相關索賠或訴訟發生之後的一年內提出，否則即永遠被禁止。

f. 條款的棄權與可分割性。

UL 未能行使或執行這些條款的任何權利或規定，並未構成對該權利或規定的棄權。如果具有管轄權的法庭認為這些條款的任何規定是無效的，儘管如此，雙方同意法庭應盡力使該規定所反映之雙方的意圖生效，且條款的其他規定應維持完整的效力。

目錄

使用條款.....	2
一、 UL DC READY 簡介.....	8
二、 資料中心測試和試運行（Commissioning）簡介.....	8
三、 UL DC READY 資料中心驗證指導文件說明.....	11
3.1 如何使用該文檔.....	11
3.2 如何理解和定義資料中心性能.....	11
3.3 本文檔和 Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers （TIA-942-A）的關係.....	13
3.4 本文檔和 ANSI/BICSI 002-2011 Data Center Design and Implementation Best Practices 之間的關係.....	13
四、 UL DC READY 資料中心驗證的目的和價值.....	14
五、 UL DC READY 資料中心驗證的範圍.....	15
5.1 UL DC READY 驗證封裝含的工作範圍：.....	15
5.2 UL DC READY 驗證不包含的工作範圍：.....	15
六、 UL DC READY 資料中心驗證和專案驗收的定義和區別.....	18
七、 資料中心電氣系統驗證.....	19
7.1. 電氣系統驗證綜述.....	20
7.2. RPP（Remote Power Panel）和機櫃之間的電氣驗證.....	21
7.3. RPP 驗證.....	23
7.4. UPS（Uninterruptible Power Supply）輸出配電櫃到 RPP 之間的電氣驗證 26	
7.5. UPS 總輸出斷路器到各分路輸出空氣斷路器之間的電氣驗證.....	29
7.6. UPS 總輸出空氣斷路器的驗證.....	31
7.7. UPS 系統的電氣驗證.....	33
7.8. UPS 輸入到 UPS 輸出之間的電氣驗證.....	35
7.9. ATS（Automatic Transfer Switch）的電氣驗證（市電和備用電源）.....	36
7.10. 低壓總輸出斷路器和各個斷路器之間的鏈路的電氣驗證.....	37
7.11. 市電和柴油備用電源之間的切換電氣驗證.....	39
7.12. 柴油發電機的儲油時間驗證.....	41
7.13. 資料中心電氣系統架構驗證.....	42
7.14. 資料中心電氣系統和電力監控系統間的同步驗證.....	42
八、 資料中心機械製冷系統驗證.....	44
8.1. 資料中心機械製冷系統驗證綜述.....	44
8.2. 資料中心主機房 CFD（Computational Fluid Dynamics）類比的驗證（選項） 45	
8.3. 資料中心主機房製冷量的驗證（冷凍水空調末端）.....	47
8.4. 資料中心主機房空調末端關鍵參數的驗證.....	49
8.5. 資料中心主機房高架地板出風量和風口地板出風率的驗證.....	50
8.6. 資料中心機房空調末端冗餘的驗證.....	52
8.7. 資料中心主機房和通道壓差的驗證.....	53
8.8. 資料中心冷凍水系統蓄冷能力驗證.....	54
8.9. 資料中心製冷系統自然冷卻的驗證（單一工況）.....	56

8.10.	資料中心蓄水能力驗證.....	57
8.11.	資料中心補水能力功能驗證.....	58
8.12.	資料中心主機房末端空調斷電和恢復的驗證.....	59
8.13.	資料中心冷凍水系統的架構設計驗證.....	60
8.14.	資料中心製冷 BA 控制系統的功能驗證.....	61
8.15.	資料中心製冷系統和 BA 系統之間的同步驗證.....	62
九、	附錄一：相關參考標準.....	64
十、	附錄二：相關測試工具.....	67
十一、	附錄三：UL 單個設備或產品的測試標準.....	68
十二、	附錄四：關於資料中心的設計和服務級別協定（SLA）.....	72
十三、	附錄五：UL 在中國的合作夥伴-SIMT.....	73
十四、	附錄六：本文所涉及的中英文詞彙.....	75

一、 UL DC READY 簡介

Underwriters Laboratories (“UL”) 為 UL 安全認證標示 (圓圈內有 UL 字母) 的擁有者，UL 的安全認證表示僅適用於產品的實體安全驗證，包含電氣、防火、機械與人身安全等。UL DC READY 為 UL 的一項單獨服務名稱，主要是針對資料中心在建設完畢後，即將正式運營前的各項功能與品質等性能指標的評估。

二、 資料中心測試和試運行 (Commissioning) 簡介

資料中心行業的測試和試運行是個漸漸發展並逐步走向成熟的過程。傳統意義上，只有對於中型和大型資料中心，才會選擇完整的測試和試運行。許多中小型資料中心並沒有真正意義上對測試和試運行關注，或者即使關注，但並沒有完整地實施。

隨著資料中心市場的不斷成熟和專業分工的日趨完善，越來越多的資料中心擁有者開始意識到資料中心的測試和試運行的重要性。由於測試和試運行這部分工作的疏漏而導致的影響已經變得越來越大，很多資料中心案例的慘痛教訓也印證了資料中心的測試和驗證為什麼變得如此至關重要。

今天，被廣泛接受的資料中心的測試和試運行是確保系統的設計、安裝和功能測試的過程中，能夠根據資料中心業主的設計意圖和運營需要必須的運行和維護。資料中心的測試和試運行是一個品質控制的流程。通常情況下，資料中心的測試和試運行的流程包括以下幾個關鍵階段：

1. 程式準備階段：該階段為其他階段奠定了基礎，並確定了資料中心測試和試運行的範圍和測試的系統；
2. 設計階段：在設計階段，完成資料中心元件和系統的設計。合同文檔，規範檔和系統檔將被完成。測試和試運行的代理覆核所有檔，以確保符合設計意圖；
3. 執行和實施階段：在該階段中，測試和試運行的代理檢查整個過程，以確保初始的設計意圖被遵從；
4. 驗收接受階段：在這個階段，集成系統的功能性測試將被執行。系統校準，廠家測試指引和其他設計意圖的需求將被完成和記錄在案。在正式運行前，不能執行的系統被發現和糾正；
5. 後驗收接手階段：在這個階段，運營和維護過程被定義和監控。作為驗收階段的一個擴展，新系統和基礎設施的變化的文檔被核查，驗證是否滿足設計意圖，並清楚記錄；

在不同階段，有不同的子目標，同時，子目標所對應的流程或者步驟被執行。通常情況下，資料中心擁有者或者使用者會委託協力廠商代理來做執行或者協助相應的流程，文檔和步驟。

對於資料中心的測試和試運行而言，在市場上，也有不同等級或者說不同程度的定義。通常情況下，主要被分為以下幾個級別：

1. 級別一：這個級別的測試和試運行流程開始於設計階段，所有的設備和期間被評估，來決定他們對於資料中心運營的適應能力；
2. 級別二：工廠驗收：通常是指資料中心的關鍵設備在出廠前，資料中心擁有者自己或者委派協力廠商來做測試，保證其性能參數是否達到約

定；

3. 級別三：在這個級別，所有的系統和元件都已經在資料中心真實場地，然後進行設備的相關測試，並最終提交測試報告，核實其是否達到適應該資料中心場地的實際需求；
4. 級別四：檢查所有單個的器件和系統是否可以正常運行；
5. 級別五：行業中有很多叫法，比如 IPVT。其核心的內容是驗證資料中心在不同負載和滿載的情況下是否能夠滿足資料中心初始設計的目標，比如容量，功能，冗餘，效率和維護等。

從 UL DC READY 的視角來看，資料中心的測試和試運行是一個完整的過程，在這個過程中包括了諸如 IET, FAT 和 IPVT 等。UL 經過多年的努力，已經在單個產品測試和資料中心系統測試等做了大量的標準和實踐，並積累了大量的經驗。而在本文中，單個產品本身的測試並不是本文所重點關注的，因為這些已經有相關的各種產品標準和測試標準，讀者也可以從附件中找到相關的標準。

在本文中，UL DC READY 更關注的是資料中心的集成性能的綜合驗證測試。為了便於統一理解和規避歧義，在本文接下來的章節中，本文都用資料中心驗證這個詞彙作為 UL DC READY 所定義的驗證。

表一：UL DC READY 和 Commissioning 之間的比較；

The Difference between Commissioning and Verification During the data center life cycle						
生命周期各个阶段	程序计划阶段	设计阶段	执行和实施阶段	验收接受阶段	后验收接受阶段	运维阶段
Life Cycle Phase	Program Phase	Design Phase	Construction Phase	Acceptance Phase	Post-Acceptance Phase	Operation Phase
Commissioning	Involved	Involved	Involved	Involved	Involved	No
DC Ready Verification	No	No	No	Involved	No	Extended

三、 UL DC READY 資料中心驗證指導文件說明

本章節闡述的內容主要是對 UL DC READY 資料中心驗證進行說明，其目的是讓資料中心驗證負責人，資料中心擁有者，資料中心運營者或其他資料中心相關人士對 UL DC READY 的資料中心驗證的方法，步驟，流程，工具和資料等有充分的理解，並對 UL DC READY 的資料中心驗證方法的交付物包括文檔等能有足夠的判斷和理解能力。具體內容如下：

3.1 如何使用該文檔

1. 本文檔需要結合資料中心擁有者所提供的設計和竣工圖紙配合使用，該文檔並不能獨立使用；
2. 資料中心驗證的結果的使用：資料中心驗證的結果可能會於資料中心的設計目標和性能有偏差，可能是正偏離，也有可能是負偏離。驗證單位並不對偏離的結果和產生偏離的原因負責，但驗證單位會根據相關的國際，地區，行業相關標準和最佳實踐，並結合資料中心所在地的客觀實際情況，給出獨立的報告，包括諸如潛在影響，可能性分析和獨立建議等；
3. 如該文檔和 UL 其他出版或公開的文檔有衝突或重合部分，由 UL 最終做解釋和說明；

3.2 如何理解和定義資料中心性能

在資料中心行業中，在做資料中心測試驗收的時候，經常用性能這個詞來做

評價。從 UL DC READY 的視角來看，性能這個詞有廣義和狹義兩種定義。狹義的性能即通常所說的產品性能，實際上是指產品的功能和品質兩個方面。功能是構成產品競爭力的首要要素。使用者購買某個產品，首先是購買它的功能，也就是實現其所需要的某種行為的能力。品質是指產品能實現其功能的程度和在使用期內功能的保持性，品質可以定義為“實現功能的程度和持久性的度量”，使它在設計中便於參數化和賦值。對於資料中心而言，它是由數以萬計的單個產品或者元件構成的一個廣義的“產品”。因此，結合資料中心擁有者的初衷和目的，UL DC READY 對於資料中心的性能做了廣義的定義。對於廣義的定義，最為關鍵的指標包括以下內容：

1. 功能：資料中心總體的功能；
2. 容量：資料中心總體的容量（可提供用於 IT 系統的容量）；
3. 冗餘：是針對資料中心可用性的定義和設計的冗餘；
4. 效率：即資料中心整體運行的效率；
5. 可維護性：即為了保障資料中心正常運行所必備的可以維護的特徵；
6. 持久性：即資料中心在所定義的一個或 1/X 生命週期中，其是否能在設計的週期內，達到設計所需要的功能，容量，冗餘和效率等。

在這六個衡量緯度中，對於 UL DC READY 所定義的驗證過程中，可以相對準確衡量的是前五項，因為從驗證的可操作性視角來看，持久性或者耐久性的驗證在資料中心實際場地受制於很多因素，很難驗證，因此，在 UL DC READY 現場驗證所涵蓋的範圍內並不包括資料中心耐久性的驗證。

3.3 本文檔和 Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers (TIA-942-A) 的關係

UL DC READY 在本文中引用和借鑒了 TIA-942-A 的部分定義，解釋和內容。如果本文涉及到和 TIA-942-A 相衝突的地方，以 TIA-942-A 為準，本文檔中涉及的諸如架構冗餘等都是依照 TIA-942-A 中的所定義的標準。

3.4 本文檔和 ANSI/BICSI 002-2011 Data Center Design and Implementation Best Practices 之間的關係

ANSI/BICSI Data Center Design and Implementation Best Practices 是另外一本參考的標準，在本文中也引用和借鑒該標準的部分定義，解釋和內容。在涉及到資料中心 commissioning 部分，本文也沿用了該標準中的定義，解釋和說明。

四、 UL DC READY 資料中心驗證的目的和價值

資料中心擁有者和運營者對建設完畢的資料中心關注於建設完畢的資料中心是否達到初始的設計和建設目標。其核心關注的事項有：

1. 容量：資料中心關鍵系統是否滿足初始設計的容量定義和目標；（舉例：資料中心主機房所支援的容量為 1MW，實際建設完畢的資料中心主機房是否能支持 1MW 的實際應用）
2. 功能：資料中心關鍵系統的功能性是否達到初始設計所定義的目標；（舉例：資料中心電氣系統的超載保護功能是否正常工作）
3. 冗余或容錯：資料中心關鍵系統是否達到初始設的冗余或者容錯等級的要求；（舉例：按照 TIA-942-A 所定義的 E4M3 的設計是否達到）
4. 效率：特指資料中心的運行效率；
5. 維護性：資料中心是否達到初始設計的可維護性意圖；

本文中 UL DC READY 所定義的資料中心驗證針對資料中心擁有者對剛剛建設完畢，即將投入正式使用的資料中心是否滿足核心目標而進行定義的。所制定的資料中心驗證目的，方法，步驟和交付物等將針對核心指標進行分解，幫助資料中心擁有者和運營者對即將投入的資料中心現有狀態有一個全面的瞭解，避免潛在的風險，並有助於資料中心擁有者和運營者對資料中心調整目標期望值，同時，有助於改善相關關鍵系統的性能。

五、 UL DC READY 資料中心驗證的範圍

本章節描述了屬於 UL DC READY 所定義的資料中心的驗證範疇與排除在 UL DC READY 所定義的資料中心驗證範圍之外等諸如資料中心設計、建設、驗收、廠驗，接手的其他工作範圍。

5.1 UL DC READY 驗證封裝含的工作範圍：

UL DC READY 資料中心驗證的工作範圍：

1. 資料中心直接支援 IT 系統的電氣系統；
2. 資料中心用於支援製冷系統正常工作的電氣系統；
3. 資料中心主機房機械製冷系統；
4. 資料中心整體機械製冷系統；
5. 關於通訊部分，屬於 UL DC READY 準備擴展的領域；
6. 關於建築部分，暫時不在 UL DC READY 所涵蓋的範圍；

5.2 UL DC READY 驗證不包含的工作範圍：

以下工作內容不在本文檔所述之資料中心驗證的工作內容和範圍：

1. 電氣系統中單個元件和單個產品本身的檢驗；(包括諸如產品或元件本身的安全、外觀、參數等)
2. 機械製冷系統中各個元件和產品本身的檢驗；(包括但不限於諸如製冷機組、冷卻塔、空調末端本身的檢驗)；
3. 除電氣和製冷系統之外的其他系統的產品、元件和系統的核對總和驗收；

4. 除電氣和製冷系統之外的其他系統的性能驗證；
5. 資料中心電氣系統中的中壓和高壓部分；（資料中心擁有這可根據當地電網的規範或標準，邀請當地相關檢測機構或單位進行第二方或者協力廠商測試和驗收）
6. 資料中心所在建築物的接地系統；（資料中心擁有者可根據當地相關的法規，邀請當地相關檢測機構或單位進行協力廠商測試和驗收）
7. 資料中心的設計審核或覆核；
8. 資料中心相關產品的工廠測試和驗收；
9. 其他；

備註：如果工作報告涉及本章節所沒有被明確說明的工作內容和範圍，UL DC READY 有相關解釋權。

圖表一：UL DC READY 資料中心驗證範圍矩陣

UL DC READY Verification Matrix					
	Functionality	Capacity	Redundancy	Efficiency	Maintenance
Electric	Standard	Standard	Standard	Extended-L1	Extended-L1
Mechanical	Standard	Standard	Standard	Extended-L1	Extended-L1
Telecommunication	Extended-L2	Extended-L2	Extended-L2	Extended-L2	Extended-L2
Architecture	Not Included	Not Included	Not Included	Not Included	Not Included

圖表術語解釋：

1. Standard：這裡指的是該部分內容為 UL DC READY 的資料中心驗證的標準服務；
2. Extend-L1：這裡指的是 UL DC READY 可根據客戶的需求提供的擴展服務（級別一）；
3. Extend-L2：這裡指的是 UL DC READY 可根據客戶的需求提供的擴展服務（級別二）；

4. Not Included：這裡指的是 UL DC READY 暫時不涵蓋的範圍；

六、 UL DC READY 資料中心驗證和專案 驗收的定義和區別

一般對於資料中心驗收指的是：資料中心工程竣工驗收指建設工程項目竣工後開發建設單位會同設計、施工、設備供應單位及工程品質監督等部門或單位，對該專案是否符合規劃設計要求以及建築施工和設備安裝品質進行全面檢驗，取得竣工合格資料、資料和憑證。

UL DC READY 所定義的資料中心驗證：資料中心建設完畢後，其關鍵系統是否實現設計的容量，功能，冗餘，效率和維護性。

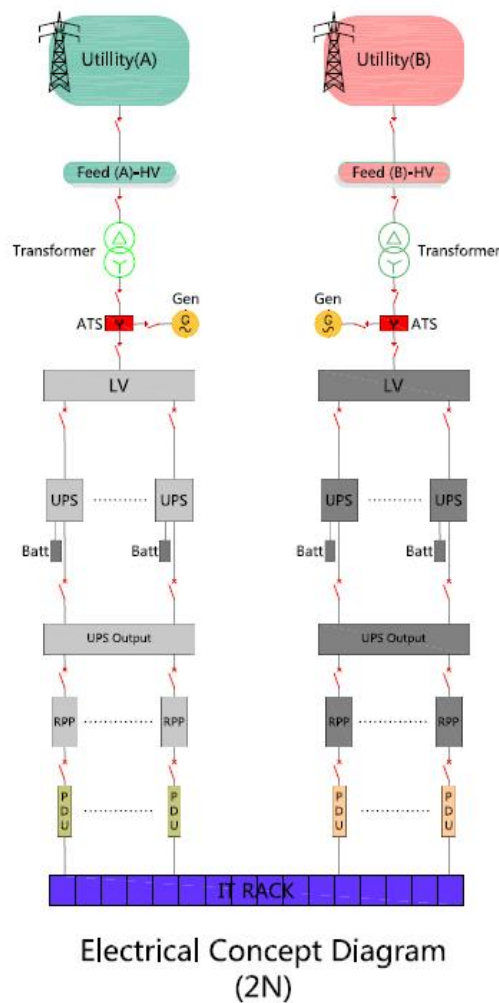
資料中心關鍵系統定義：在本文中，資料中心關鍵系統特指的是資料中心電氣系統和製冷系統的部分內容，具體內容的描述參見相關章節。

資料中心驗證和資料中心驗收之間的關係和區別：資料中心驗證並不能取代或替代資料中心的驗收。資料中心驗收涉及的工作範圍更全面，可能包括但不限於諸如設計覆核、工廠驗收、資料中心場地測試等。而本文中所定義的資料中心驗證僅僅專注於資料中心實施完畢的電氣系統和製冷系統的關鍵功能和性能是否達到了資料中心擁有者初始所定義的目標和要求。

七、 資料中心電氣系統驗證

每個資料中心的電氣系統設計都不盡相同，在實際做驗證的時候，必須遵從資料中心初始電氣設計來進行驗證。在本章節接下裡的篇章中，闡述了資料中心最為典型的驗證邏輯和思想，便於讀者理解。涉及到電氣系統，有很多種架構設計，諸如 N，N+1，2N，2 (N+1)，DR 等架構設計，在本文中，並不能將這幾種架構設計分別做出詳細的驗證介紹。為了便於理解，在這裡，本文採用 ANSI/BICSI 002-2011 中的一張典型電氣單線圖作為參考。

圖一：



7.1. 電氣系統驗證綜述

本文將重點針對電氣系統的容量，功能和冗餘，即 UL DC READY 所定義的標準服務的範圍。

容量：根據初始設計的容量規劃檔，在每個步驟中，都將對其容量做出驗證，驗證電氣架構中每個環節和整體的容量；

功能：在不同負載的情況下，驗證電氣系統各種保護和運行能滿足初始的設計意圖；

冗餘：針對不同的電氣冗餘架構設計，根據架構的冗餘切換和保護邏輯，在設計負載的情況下，是否達到設計的冗餘保護意圖；

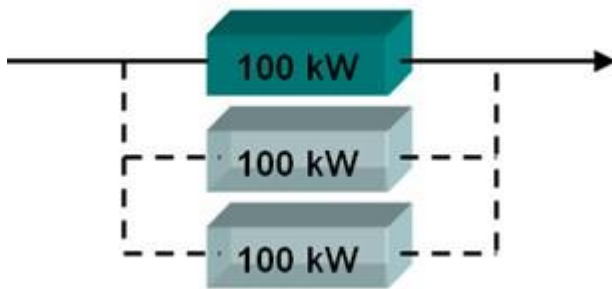
電氣系統的功能和容量的驗證：在資料中心電氣系統中，其所要驗證的功能首先的前提是基於一定的設計容量，只有在設計容量滿足的基礎上，其功能得到實現才是有價值的，脫離容量的功能沒有實際意義的，而在具體的驗證關鍵步驟中，二者是互相配合，相輔相成，難以分隔的。因此，在本章節中，本文並沒有單獨對這兩個指標分開闡述，而是合二為一，融為一體。

電氣系統冗餘的驗證：在資料中心電氣系統設計中，根據 ANSI TIA-942-A-2012 的描述，設定了四個級別，每個級別對應著不同的可用性。針對不同的等級，在資料中心最常用的電氣系統架構中，包括諸如：N，N+1，N+1 W/ASTS，2N，DR，RR，2(N+1) 等。在不同的電氣系統架構設計中，其冗餘的思路和設計都有所不同，關於資料中心電氣系統冗餘的驗證，在本章節中，本文將在電氣系統架構設計冗餘驗證章節中進行描述。

容量和冗餘的關係：在電氣系統架構驗證中，也涉及到容量。所有的設計初始也是基於設計容量的基礎之上，即在設計最大容量的條件下，冗餘功能得到驗

證。

本文用以下這張圖做個例子，簡述容量和冗餘之間的關係。在下圖中，是個典型的 N+2 架構，對於輸出容量而言，如果 <math><100\text{KW}</math>，這時候的冗餘為 N+2；如果輸出容量介於 100KW 和 200KW 之間，那麼冗餘將變為 N+1；如果輸出容量介於 200KW 和 300KW 之間，冗餘將不存在，只是 N 而已。



在接下來的章節中，本文將根據 ANSI/BICSI 002-2011 中這張資料中心典型的電力系統系統圖來做為說明的基礎。

7.2. RPP（Remote Power Panel）和機櫃之間的電氣驗證

驗證目的：驗證 RPP 的和單個機櫃之間的電氣鏈路的電氣性能；

驗證方法：採用假負載類比真實運行情景，用驗證工具和儀器來進行驗證，記錄相關資料和證據，並最終匯總資料，做相應的分析。

驗證前提：

1. RPP 的出場合格證書確認；
2. RPP 的電氣連接圖確認；
3. RPP 供應商自檢記錄表確認；
4. 施工單位驗收文檔確認；

5. RPP 報告確認；
6. 供應商報告確認；
7. 空氣斷路器產品性能說明文件確認；
8. 微型斷路器產品性能說明文件確認；
9. 假負載的現場測試；
10. 其他相關說明和備註的說明。

驗證工具：

1. 假負載：(根據客戶設計的單機櫃負載，以每 XKW 遞增機型逐步升級到達電氣額定設計值的假負載)
2. 歐姆儀；
3. 基本電量驗證儀錶；
4. 紅外線熱成像分析儀器。
5. 其他工具；

驗證關鍵步驟：

1. RPP 櫃體中控制該機櫃的微型斷路器處於斷開狀態 (OFF)；
2. 確認機櫃內 PDU (Power Distribution Unit) 上沒有部署任何負載；
3. 用歐姆驗證儀器驗證從 RPP 該機櫃的微型斷路器和機櫃內 PDU 之間的電氣連接的正確性，並記錄到表格；(包括但不限於諸如短路和開路情況等)；
4. 在該步驟通過後，安裝假負載，假負載處於關斷狀態；
5. 確認 RPP 引入和 RPP 的輸入斷路器的電氣狀態為正常供電狀態 (ON)；
6. 將 RPP 內控制該機櫃的微型斷路器閉合 (ON)；
7. 將機櫃內的假負載的第一檔載入，記錄相關數值，確認狀態；

8. 將機櫃內的假負載的第二檔載入，記錄相關數值，確認狀態；
9. 將機櫃內的假負載的第 N 檔載入，記錄相關數值，確認狀態；(此時的負載為設計單機櫃的額定容量)；
10. 用紅外線熱成像分析儀器對該電氣線路相關連接元件和鏈路進行檢查是否有局部或異常熱點和情況發生；
11. (可選)繼續加假負載的負荷到該微型斷路器生產廠商所出廠檢驗後的額定值或約定的某個比例的超載值，記錄該微型斷路器的動作狀態；
12. 檢查相關電纜或電線的溫升；
13. 用紅外線熱成像分析儀器檢查該電氣鏈路的局部熱點或異常情況；
14. 驗證結束。

驗證交付物

1. 電氣系統驗證驗證中所記錄的相關驗證記錄表；
2. 電氣系統在相關驗證過程中的相關曲線（諸如電氣曲線等）；
3. 驗證結果說明（是否達到設計額定值）；
4. 其他相關備註和說明；
5. 驗證過程中的發現和建議。

7.3. RPP 驗證

驗證目的：驗證 RPP 的總輸出和每個輸出鏈路的電氣性能驗證；

驗證方法：採用假負載類比真實運行情景，用驗證工具和測試儀器來進行驗證，

記錄相關資料和證據。

驗證前提：

1. RPP 的出場合格證書確認；
2. RPP 的電氣連接圖確認；
3. RPP 供應商自檢記錄表確認；
4. 施工單位驗收文檔確認；
5. RPP FAT 報告確認；
6. 供應商 SAT 報告確認；
7. 空氣斷路器產品性能說明文件確認；
8. 場所選擇斷路器是否有 UL 認證或者檢測報告確認；
9. 場所選擇斷路器是否有其他認證或檢測機構的認證和測試報告確認；
10. 微型斷路器產品性能說明文件確認；
11. 場所選擇微型斷路器是否有 UL 認證或者檢測報告的確認；
12. 場所選擇微型斷路器是否有其他認證或檢測機構的認證和測試報告確認；
13. 假負載的現場測試；
14. 其他相關說明和備註的說明。

驗證工具：

1. 假負載：(根據客戶設計的單機櫃負載，以每 XKW 遞增機型逐步升級到達電氣額定設計值的假負載)
2. 歐姆儀；
3. 基本電量驗證儀錶；
4. 紅外線熱成像分析儀器。
5. 其他工具；

驗證關鍵步驟：

1. RPP 總空氣斷路器處於斷開狀態 (OFF)；
2. 確認每個 RPP 所控制的微型斷路器和機櫃之間的驗證已經完成並通過；
3. 將 RPP 總輸入空氣斷路器處於閉合狀態 (ON)；
4. 按照次序逐個加每個機櫃的負載到達 RPP 所設計的額定值；
5. 記錄每個負載遞增時的相關電氣數值；
6. 至少持續運行三個小時或根據和資料中心擁有人約定的時間 (備註：持續時間也可參考 UL DC READY 或者其他測試認證機構的文檔說明)；
7. 用紅外線熱成像分析儀器對該電氣線路相關連接元件和鏈路進行檢查是否有局部或異常熱點和情況發生；
8. (可選) 繼續加假負載的負荷到 RPP 總輸入空氣斷路器生產廠商所出廠檢驗後的額定值或約定的某個比例的超載值，記錄該空氣斷路器的動作狀態和相關參數；
9. 檢查相關電纜或電線的溫升；
10. 用紅外線熱成像分析儀器檢查該 RPP 內部的局部熱點或異常情況；
11. RPP 的相關功能儀錶測試資料和實際測試資料的比對；
12. 驗證結束。

驗證交付物

1. 空氣斷路器和相關電氣系統驗證中所記錄的相關驗證記錄表；
2. 空氣斷路器在相關驗證過程中的相關曲線 (諸如負載曲線等)；
3. RPP 內的熱成像驗證照片；
4. 驗證結果說明 (是否達到設計額定值)；

5. 其他相關備註和說明；
6. 驗證過程中的發現和建議。

7.4. UPS (Uninterruptible Power Supply) 輸出配電櫃到 RPP 之間的電氣驗證

驗證目的：驗證 UPS 輸出 RPP 的空氣空氣斷路器到 RPP 輸入空氣斷路器之間的電氣驗證；

驗證方法：採用假負載類比真實運行情景，用驗證工具和儀器來進行驗證，記錄相關資料和證據。

驗證前提：

1. UPS 輸出配電櫃的合格證書確認；
2. RPP 的出場合格證書確認；
3. UPS 輸出配電櫃的電氣連接圖確認；
4. RPP 的電氣連接圖確認；
5. UPS 和 RPP 之間的電氣連接圖和單線圖確認；
6. UPS 輸出配電櫃的自檢記錄表確認；
7. RPP 供應商自檢記錄表確認；
8. 施工單位驗收文檔確認；
9. UPS 輸出配電櫃報告確認；
10. RPP 工廠報告確認；
11. 輸出配電櫃和 RPP 供應商報告確認；
12. 空氣斷路器產品性能說明文件確認；

13. 場所選擇斷路器是否有 UL 認證或者檢測報告確認；
14. 場所選擇斷路器是否有其他認證或檢測機構的認證和測試報告確認；
15. 假負載的現場測試；
16. 各個空氣斷路器整定符合設計值的確認；
17. 用於驗證的 RPP 已經完成以上驗證關鍵步驟；
18. 其他相關說明和備註的說明。

驗證工具：

1. 假負載：(根據客戶設計的單機櫃負載，以每 XKW 遞增機型逐步升級到達電氣額定設計值的假負載)
2. 歐姆儀；
3. 基本電量驗證儀錶；
4. 紅外線熱成像分析儀器。

驗證關鍵步驟：

1. UPS 總輸出空氣斷路器處於斷開狀態 (OFF)，並確認整定值；
2. UPS 輸出到 RPP 的空氣斷路器處於斷開狀態 (OFF)，並確認整定值；
3. RPP 總空氣斷路器處於斷開狀態 (OFF)，並確認整定值；
4. 確認每個 RPP 所控制的微型斷路器和機櫃之間的驗證已經完成並通過；
5. 確認每個 RPP 自身的驗證已經完成並通過；
6. 將 UPS 總輸出空氣斷路器處於閉合狀態 (ON)；
7. 將 UPS 輸出到 RPP 的空氣斷路器處於閉合狀態 (ON)；
8. 將 RPP 的總輸入開關閉合 (ON)；
9. 調整並確認 RPP 的負載達到設計額定值，並記錄相關電氣數值；

10. 至少持續運行三個小時或雙方約定的時間（備註：持續時間可參考 UL 或者其他測試認證機構的文檔說明）；
11. 記錄 UPS 控制 RPP 輸出斷路器和 RPP 輸入斷路器的相關電氣數值；
12. 用紅外線熱成像分析儀器對該電氣線路相關連接元件和鏈路進行檢查是否有局部或異常熱點和情況發生；
13. （可選）繼續加假負載的負荷到 UPS 控制該 RPP 輸出空氣斷路器生產廠商所出廠檢驗後的額定值或約定的某個比例的超載值，並記錄相關空氣斷路器的動作狀態和相關參數；
14. 檢查相關電纜或電線的溫升；
15. 用紅外線熱成像分析儀器檢查該 UPS 輸出配電櫃局部熱點或異常情況；
16. 用紅外線熱成像分析儀器檢查電纜鏈路的局部熱點或異常情況；
17. UPS 輸出配電櫃的相關功能儀錶測試資料和實際測試資料的比對；
18. 驗證結束。

驗證交付物

1. 空氣斷路器和相關電氣系統驗證中所記錄的相關驗證記錄表；
2. 空氣斷路器在相關驗證過程中的相關曲線（諸如負載曲線等）；
3. UPS 輸出配電櫃內的熱成像驗證照片；
4. 電纜和相關關鍵連接部位溫升記錄（包括熱成像照片）；
5. RPP 內的熱成像驗證照片；
6. 驗證結果說明（是否達到設計額定值）；
7. 其他相關備註和說明；
8. 驗證過程中的發現和建議。

7.5. UPS 總輸出斷路器到各分路輸出空氣斷路器之間的電氣驗證

驗證目的：驗證 UPS 總輸出空氣斷路器到各個 RPP 輸入空氣斷路器之間的電氣驗證。

驗證方法：採用假負載類比真實運行情景，用相關驗證工具和儀器來進行驗證，記錄相關資料和證據。

驗證前提：

1. UPS 輸出配電櫃的合格證書確認；
2. RPP 的出場合格證書確認；
3. UPS 輸出配電櫃的電氣連接圖確認；
4. RPP 的電氣連接圖確認；
5. UPS 和 RPP 之間的電氣連接圖和單線圖確認；
6. UPS 輸出配電櫃的自檢記錄表確認；
7. RPP 供應商自檢記錄表確認；
8. 施工單位驗收文檔確認；
9. UPS 輸出配電櫃報告確認；
10. RPP 工廠測試報告確認；
11. 輸出配電櫃和 RPP 現場測試供應商報告確認；
12. 空氣斷路器產品性能說明文件確認；
13. 場地所選擇斷路器是否有 UL 認證或者檢測報告確認；
14. 場地所選擇斷路器是否有其他認證或檢測機構的認證和測試報告確認；
15. 假負載的現場測試；

16. 各個空氣斷路器整定符合設計值的確認；
17. 用於驗證的 RPP 已經完成以上驗證關鍵步驟；
18. 其他相關說明和備註的說明。

驗證工具：

1. 假負載：(根據客戶設計的單機櫃負載，以每 XKW 遞增機型逐步升級到達電氣額定設計值的假負載)
2. 歐姆儀；
3. 基本電量驗證儀錶；
4. 紅外線熱成像分析儀器。

驗證關鍵步驟：

1. UPS 總輸出空氣斷路器處於斷開狀態 (OFF)，並確認整定值；
2. UPS 輸出到 RPP 的空氣斷路器處於斷開狀態 (OFF)，並確認整定值；
3. RPP 總空氣斷路器處於斷開狀態 (OFF)，並確認整定值；
4. 將 UPS 總輸出空氣斷路器處於閉合狀態 (ON)；
5. 將 UPS 輸出到 RPP 的空氣斷路器處於閉合狀態 (ON)；
6. 將 RPP 的總輸入開關閉合 (ON)；
7. 調整並確認 RPP 的負載達到設計額定值，並記錄相關電氣數值；
8. 至少持續運行三個小時或雙方約定的時間 (備註：持續時間可參考 UL 或者其他測試認證機構的文檔說明)；
9. 記錄 UPS 控制 RPP 輸出斷路器和 RPP 輸入斷路器的相關電氣數值；
10. 用紅外線熱成像分析儀器對該電氣線路相關連接元件和鏈路進行檢查是否有局部或異常熱點和情況發生；

11. 檢查 UPS 總輸出到 RPP 各個輸出空氣斷路器之間的電纜或電線的溫升；
12. 用紅外線熱成像分析儀器檢查該 UPS 輸出配電櫃局部熱點或異常情況；
13. 用紅外線熱成像分析儀器檢查電纜鏈路的局部熱點或異常情況；
14. UPS 輸出配電櫃的相關功能儀錶測試資料和實際測試資料的比對；
15. 驗證結束。

驗證交付物

1. 空氣斷路器和相關電氣系統驗證中所記錄的相關驗證記錄表；
2. 空氣斷路器在相關驗證過程中的相關曲線（諸如負載曲線等）；
3. UPS 總輸出到各個 RPP 輸入斷路器之間的電纜和相關關鍵連接部位溫升記錄（包括熱成像照片）；
4. RPP 內的熱成像驗證照片；
5. 驗證結果說明（是否達到設計額定值）；
6. 其他相關備註和說明；
7. 驗證過程中的發現和建議。

7.6. UPS 總輸出空氣斷路器的驗證

驗證目的：驗證 UPS 總輸出空氣斷路器自身在負載的情況下的電氣驗證；

驗證方法：採用假負載類比真實運行情景，用驗證工具和儀器來進行驗證，記錄相關資料和證據。

驗證前提：

1. UPS 輸出配電櫃的合格證書確認；
2. UPS 輸出配電櫃的電氣連接圖確認；

3. UPS 輸出配電櫃的自檢記錄表確認；
4. 施工單位驗收文檔確認；
5. UPS 輸出配電櫃報告確認；
6. 空氣斷路器產品性能說明文件確認；
7. 場地所選擇斷路器是否有 UL 認證或者檢測報告確認；
8. 場地所選擇斷路器是否有其他認證或檢測機構的認證和測試報告確認；
9. 假負載的現場測試；
10. 各個空氣斷路器整定符合設計值的確認；
11. 其他相關說明和備註的說明。

驗證工具：

1. 假負載：(根據客戶設計的單機櫃負載，以每 XKW 遞增機型逐步升級到達電氣額定設計值的假負載)
2. 歐姆儀；
3. 基本電量驗證儀錶；
4. 紅外線熱成像分析儀器。

驗證關鍵步驟：

1. UPS 總輸出空氣斷路器處於斷開狀態 (OFF)，並確認整定值；
2. UPS 輸出到 RPP 的空氣斷路器處於斷開狀態 (OFF)，並確認整定值；
3. RPP 總空氣斷路器處於斷開狀態 (OFF)，並確認整定值；
4. 將 UPS 總輸出空氣斷路器處於閉合狀態 (ON)；
5. 將 UPS 輸出到 RPP 的空氣斷路器處於閉合狀態 (ON)；
6. 將 RPP 的總輸入開關閉合 (ON)；

7. 調整並確認 RPP 的負載達到設計額定值，並記錄相關電氣數值；
8. 至少持續運行三個小時或雙方約定的時間（備註：持續時間可參考 UL 或者其他測試認證機構的文檔說明）；
9. 記錄 UPS 控制 RPP 輸出斷路器和 RPP 輸入斷路器的相關電氣數值；
10. 用紅外線熱成像分析儀器對該電氣線路相關連接元件和鏈路進行檢查是否有局部或異常熱點和情況發生；
11. UPS 輸出配電櫃的相關功能儀錶測試資料和實際測試資料的比對；
12. 驗證結束。

驗證交付物：

1. 驗證方法和步驟說明；
2. 驗證的資料分析和結果說明；
3. 驗證過程中的發現和建議。

7.7. UPS 系統的電氣驗證

驗證目的：UPS 系統是否達到設計目的，包括冗餘和性能。

驗證方法：採用假負載類比真實運行情景，用相關驗證工具和儀器來進行驗證，

記錄相關資料和證據。

驗證前提：

1. 單台 UPS 已經完成設備本身的功能和性能測試；
2. 單台 UPS 已經完成調試；
3. UPS 系統已經完成調試；
4. 確定類比 UPS 故障的方法；

驗證關鍵步驟：首先類比無冗餘的情況下，UPS 系統的運行：

1. 去除冗餘，UPS 上電，進入正常工作狀態；
2. 將 UPS 輸出加假負載，到達設計容量；
3. 將相關數值和 UPS 供應商提供的參考數值進行比對和校驗；
4. 將相關數值和工廠廠驗的記錄數值進行比對和校驗；
5. 驗證在無冗餘的情況下，UPS 系統是否正常運行；

驗證關鍵步驟：根據資料中心 UPS 的架構和拓撲圖，核實其冗餘性，然後根據設計冗餘，進行 UPS 系統的冗餘驗證。

1. 核實 UPS 系統的冗餘拓撲；(舉例：N+1，N+2，2N，XN 等)
2. UPS 系統進行加電；
3. UPS 工作正常後，逐漸加假負載，一直到達設計容量；
4. 根據設計拓撲，類比單台 UPS 故障，記錄 UPS 的相關數值和利用率，驗證是否滿足冗餘；
5. 根據設計拓撲，類比 UPS 輸入故障，驗證 XN 冗餘性；
6. 在過程中所記錄的數值和設計值進行比對；
7. 驗證結束。

驗證交付物：

1. UPS 系統的冗餘架構說明；
2. UPS 系統的冗餘驗證過程和結果；
3. 驗證過程中的發現和建議。

7.8. UPS 輸入到 UPS 輸出之間的電氣驗證

驗證目的：UPS 輸入和 UPS 輸出之間的電氣部分的功能和性能驗證

驗證方法：通過不同的負載，驗證實際設計工況下 UPS 的實際使用情況，並可結合 UPS 供應商的設計參數和冗餘情況進行切換驗證。

驗證前提：

1. 單台 UPS 完成單個設備測試；
2. 單組 UPS 系統完成測試；
3. UPS 完成工廠驗收。

關鍵驗證關鍵步驟：（此步驟，應根據設計的不同負載情況，進行重複驗證）

1. UPS 的輸出根據情況部署對應容量的假負載；
2. UPS 的輸入空氣斷路器的相關參數覆核；
3. UPS 的輸出斷路器的相關參數覆核；
4. 類比不同負載率和切換情況下的 UPS 運行狀態；
5. 記錄相關數值並進行比對；
6. 同時，用相關測試儀器檢查相關電氣性能；
7. 驗證結束。

驗證交付物：

1. UPS 的輸入和輸出不同負載情況下的資料分析；
2. UPS 的輸入和輸出之間的電氣性能說明；
3. 驗證過程中的發現和建議。

7.9. ATS (Automatic Transfer Switch) 的電氣驗證(市電和備用電源)

驗證目的：電氣系統中 ATS 自動轉換裝置的切換功能是否達到設計要求

驗證方法：通過帶負載和不帶負載兩種類比情況下驗證 ATS 的切換功能。

驗證前提：

1. ATS 完成工廠驗收；
2. ATS 完成現場調試和測試；
3. ATS 的調試報告和測試報告等文檔完畢；

驗證關鍵步驟：

A：非帶載 ATS 性能驗證

1. 在空載情況下，類比市電斷電；
2. ATS 是否發送信號給備用電源（柴油發電機）；
3. 柴發是否正常啟動；
4. ATS 是否根據設定時間進行切換；
5. 市電恢復；
6. ATS 是否根據設定重新切換回市電；
7. 市電正常供電；
8. 驗證結束。

B，帶載 ATS 性能驗證

1. 在預先設定的不同負載情況下，類比市電斷電；
2. ATS 是否發送信號給備用電源（柴油發電機）；
3. 備用電源（柴油發電機）是否正常啟動；

4. ATS 是否根據設定時間進行切換；
5. 市電恢復；
6. ATS 是否根據設定重新切換回市電；
7. 市電正常供電；
8. 驗證結束。

驗證交付物：

1. 驗證過程的詳細步驟和資料；
2. ATS 的切換邏輯報告；
3. 驗證過程中的發現和建議。

7.10. 低壓總輸出斷路器和各個斷路器之間的鏈路的電氣驗證

驗證目的：驗證低壓總輸出空氣斷路器到低壓配電櫃各個空氣斷路器之間的電氣驗證。

驗證方法：採用假負載類比真實運行情景，用相關驗證工具和儀器來進行驗證，記錄相關資料和證據。

驗證前提：

1. 低壓配電櫃的合格證書確認；
2. 低壓配電櫃的電氣系統圖和連接圖確認；
3. 施工單位驗收文檔確認；
4. 低壓配電櫃 FAT（Factory Acceptance Test）報告確認；
5. 空氣斷路器產品性能說明文件確認；

6. 場所選擇斷路器是否有 UL 認證或者檢測報告確認；
7. 場所選擇斷路器是否有其他認證或檢測機構的認證和測試報告確認；
8. 假負載的現場測試；
9. 各個空氣斷路器整定符合設計值的確認；
10. 其他相關說明文件等；

驗證工具：

1. 假負載：(根據設計，完成各個配電櫃不同斷路器的假負載部署)
2. 歐姆儀；
3. 基本電量驗證儀錶；
4. 紅外線熱成像分析儀器；
5. 其他工具和儀器。

驗證關鍵步驟：

1. 低壓配電櫃總輸出空氣斷路器處於斷開狀態 (OFF)，並確認整定值；
2. 低壓配電櫃的下一級空氣斷路器處於斷開狀態 (OFF)，並確認整定值；
3. 將總輸出空氣斷路器處於閉合狀態 (ON)；
4. 將輸出到支路的空氣斷路器處於閉合狀態 (ON)；
5. 調整並確認負載達到設計額定值，並記錄相關電氣數值；
6. 至少持續運行三個小時或雙方約定的時間 (備註：持續時間可參考 UL 或者其他測試認證機構的文檔說明)；
7. 記錄低壓配電櫃總輸出斷路器和各個支路空氣斷路器的相關電氣數值；
8. 用紅外線熱成像分析儀器對該電氣線路相關連接元件和鏈路進行檢查是否有局部或異常熱點和情況發生；

9. 檢查電纜和母排的溫升；
10. 用紅外線熱成像分析儀器檢查輸出配電櫃局部熱點或異常情況；
11. 根據約定，完成空氣斷路器相關的操作；
12. 驗證結束。

驗證交付物

1. 空氣斷路器和相關電氣系統驗證中所記錄的相關驗證記錄表；
2. 空氣斷路器在相關驗證過程中的相關曲線（諸如負載曲線等）；
3. 母排，電纜和相關關鍵連接部位溫升記錄（包括熱成像照片）；
4. 驗證結果說明（是否達到設計額定值）；
5. 其他相關備註和說明；
6. 驗證過程中的發現和建議。

7.11. 市電和柴油備用電源之間的切換電氣驗證

驗證目的：在實際負載情況下，市電和備用電源（柴油發電機）之間的切換驗證；

具體而言，驗證以下內容：

1. 市電和柴油發電機之間的切換是否達到設計功能；
2. 切換時間是否達到設計初始要求；
3. 市電恢復後，電力供應是否按照設計從柴油發電機供電狀態切換到市電工作狀態；
4. ATS 維修旁路是否達到功能性；
5. 手動切換功能；

驗證方法：採用柴油發電機專用假負載類比資料中心實際工作狀態下，市電和柴

油發電機之間的電氣切換驗證。

驗證前提：

1. 柴油發電機專用假負載到達現場，並完成假負載自身的測試；
2. 柴油發電機完成諸如 FAT 和安裝調試；
3. 資料中心中壓（10KV）和低壓配電櫃完成了安裝調試，並通過測試和驗收；
4. ATS 完成了相關的參數設置，調試和驗收；

驗證關鍵步驟：（自動/帶假負載）

1. 驗證前的必要文檔、參數設置和狀態的確認；（包括但不限於各個元件）
2. 假負載部署完畢，並投入系統；
3. 市電的各種參數記錄和比對；
4. 模擬市電停電（高壓配電櫃-變壓器輸出配電櫃）
5. 記錄時間和觀察 ATS 切換和柴油發電機的各種參數；
6. 穩定運行 N 小時後，市電恢復；
7. 關注 ATS 和柴發的各個動作和狀態；
8. 觀察和記錄負載的電氣相關參數；
9. 恢復市電；
10. 觀察和記錄 ATS 和柴油發電機的各個動作和狀態；
11. 觀察和記錄負載的電氣相關參數；
12. 驗證結束。

驗證交付物：

1. 驗證報告（包括詳細的測試步驟和資料）；
2. 驗證過程中的發現和建議。

7.12. 柴油發電機的儲油時間驗證

驗證目的：資料中心後備電源（柴油發電機）的儲油量是否滿足資料中心設計要求

驗證方法：通過假負載類比現實，將市電切換到柴油發電機工作狀態，檢查柴油發電機的耗油量和出油量

驗證前提：

1. 柴油發電機完成工廠測試和驗收；
2. 柴油發電機系統完成調試和測試；
3. 柴油發電機供油系統完成調試和測試；
4. 柴油發電機相關技術參數和文檔完成；
5. 柴油發電機專用假負載；
6. 柴油發電機完成驗證工作，並通過驗證；
7. 柴油品質符合驗證要求。

驗證關鍵步驟：

1. 假負載部署完畢；
2. 檢查日用油箱和備用油箱的儲備油量；
3. 資料中心切換到柴油發電機工作狀態；
4. 記錄柴油發電機負載、時間和其他參數；
5. 持續運行 N 小時並持續記錄約定的每個時間節點的柴油消耗量；
6. 柴油發電機停止工作，切換到正常市電狀態；
7. 驗證結束。

驗證交付物：

1. 柴油發電機系統在約定負載情況下的約定時間內的柴油消耗量記錄；
2. 柴油發電機儲備柴油量的驗證分析報告；
3. 驗證過程中的發現和建議。

7.13. 資料中心電氣系統架構驗證

針對特定資料中心用戶的初始電氣設計圖，針對其可用性和冗餘性的邏輯，制定電氣系統架構可用性驗證和冗餘驗證。

資料中心的每個專案的可用性、電氣拓撲圖和單線圖等都有很大的不同，甚至有唯一性，因此，針對該部分的驗證，必須結合該資料中心設計單位的電氣設計方案說明，單線圖進行客戶化定制。

參照 TIA-942-A 的資料中心等級分類，在不同等級中的資料中心架構中有不同的冗餘，根據具體的系統圖和單線圖，同時根據設計容量，有不同的冗餘驗證的路徑和步驟。

UL DC READY 將根據資料中心初始設計時的冗餘架構，針對冗餘元件，冗餘路徑和冗餘容量等做各種不同的失敗場景模擬，驗證資料中心的冗餘架構。

7.14. 資料中心電氣系統和電力監控系統間的不同步驗證

驗證目的：資料中心電氣系統在前面所有驗證環節中的狀態和相應是否在電力監控系統中同步顯示和跟蹤。

驗證方法：根據前面章節中的每個驗證關鍵步驟的過程和時間和動力環境監控系統中的資料和時間進行比對，驗證是否同步。

驗證前提：

1. 資料中心的電力監控系統具有即時偵測和採集電氣系統的動作、狀態和資料功能；
2. 環境監控系統完成安裝，調試，測試和時鐘校準。

驗證關鍵步驟：

1. 時間同步校準；
2. 每一步的電氣系統的動作步驟進行動作和狀態記錄（包括時間）；
3. 電力監控系統的電氣系統的相關動作和狀態記錄（包括時間）；
4. 進行比對和覆核；
5. 驗證結束。

驗證工具：

1. 時間記錄儀器；
2. 輔助工具；

驗證交付物：

1. 電氣系統驗證動作和狀態記錄；
2. 電力監控系統的記錄；
3. 資料中心電氣系統和電力監控中電力系統的同步說明分析報告；
4. 驗證過程中的發現和建議。

八、 資料中心機械製冷系統驗證

對於資料中心的關鍵系統而言，除了上一章描述的電氣系統外，另外一個至關重要的關鍵系統是機械製冷系統。在本章節中，本文將對資料中心的機械製冷系統的性能驗證進行描述。

在資料中心製冷方式的選擇，有很多種，諸如直接膨脹，風冷冷水系統和水冷冷水系統等。伴隨著單體資料中心容量的不斷增大，資料中心的投資者和運營者更多地站在資料中心節能和 TCO 的角度來考慮製冷系統的選擇。冷凍水系統技術越來越被成為大型資料的製冷技術的主流技術。因此，在資料中心機械製冷系統這個章節中，本文以冷凍水系統作為範例來進行製冷系統驗證的闡述。

8.1. 資料中心機械製冷系統驗證綜述

在資料中心機械製冷系統部分驗證工作中，本文將重點針對機械製冷系統的容量，功能和冗餘，即 UL DC READY 所定義的標準資料中心驗證服務的範圍。

容量：根據初始設計的容量規劃檔，在每個步驟中，都將對其容量做出驗證，驗證機械製冷系統中每個環節和整體的容量；（舉例：諸如冷水機組，管路，水泵，末端，主機房等各個環節）

功能：在不同負載的情況下，驗證機械系統的各種保護和運行是否能滿足初始的設計意圖；（舉例：在製冷系統中，各種製冷，切換是否能滿足初始設計意圖）

冗餘：針對不同的機械冗餘架構設計，根據架構的冗餘切換和保護邏輯，在設計負載的情況下，是否達到設計的冗餘保護意圖；涉及到機械製冷冗餘的驗證

部分，本文將在本章機械製冷架構驗證章節中，進行相關闡述。

8.2. 資料中心主機房 CFD（Computational Fluid Dynamics）類比的驗證（選項）

驗證目的：資料中心主機房製冷氣流組織結構 CFD 類比的實際效果驗證

驗證方法：通過溫度感測器部署，在一定的時間範圍內取值，並利用數學方法進行計算，並結合必要的軟體工具來比對早期的 CFD 和現在的實際之間的效果。

特殊說明：該方法存在一些偏差，正如 CFD 不能完全模擬一樣，該方法也和實際的氣流組織結構會有一定的偏差。

備註：該項驗證需要部署適當數量的溫度、濕度感測器，同時，其所部署的假負載要儘量接近於真實 IT 設備負載，可能還需要部署熱品質“靶體”。驗證的複雜度，難度和精確度都需要和資料中心的擁有人仔細討論，減少模擬的結果和真實的情景之間的差距理解差異。

驗證前提：

1. 資料中心主機房的 CFD 在模擬的時候輸入條件和現實的輸入條件一致；
2. 資料中心主機房的 CFD 軟體的有效性；
3. 資料中心主機房的 CFD 操作和輸入都是沒有人為失誤；
4. 資料中心主機房 CFD 報告。

驗證工具：

1. 假負載（針對每個機櫃的假負載）；
2. 紅外線熱成像分析儀器。
3. 溫度感測器（根據主機房情況部署）

4. 計算軟體（用於溫度感測器的溫度數值取值後的計算）
5. 其他輔助工具；。

驗證關鍵步驟：

1. 前期 CFD 的輸入條件和 CFD 輸出的確認；
2. 根據前期 CFD 的輸入條件，部署相同的假負載在相應的機櫃中；
3. 部署溫度感測器（數量、位置 and 高度需要結合 CFD 和實際情況）
4. 根據相關開機指導檔，逐步啟動資料中心主機房的空調，直到達到 CFD 的輸入條件空調數量；
5. 根據前期 CFD 的輸入條件，上電假負載，直到達到 CFD 的輸入條件中的伺服器負載工況；
6. 檢查 CFD 的輸入條件-精密空調的相關參數是否達到 CFD 輸入的參數；
7. 等待負載全面運行穩定（通過溫度感測器的數值穩定來進行判斷）
8. 用紅外線熱成像分析儀器，查看是否機櫃有局部熱點；
9. 在約定的時間內記錄感測器的溫度數值；
10. 將溫度取值輸入相關軟體工具，復原資料中心主機房的實際負載情況下的製冷情況；
11. 根據前期 CFD 的各種類比狀況，關閉相關空調，並記錄溫度感測器在該段時間內的變化，直至數值穩定，並將數值輸入工具軟體進行計算，並最終將溫度變化曲線等和 CFD 的結果進行比對。
12. 根據相關的輸出做出分析報告；
13. 驗證結束。

驗證交付物：

1. 有局部熱點的機櫃的紅外線影像檔；
2. 通過部署溫度感測器在各種情況下的溫度數值，形成溫度變化圖和曲線；
3. 和前期 CFD 的對比；
4. 實際情況下的情況匯總和說明（如果存在問題，將會對可能的原因做出分析）；
5. 驗證過程中的發現和建議。

8.3. 資料中心主機房製冷量的驗證（冷凍水空調末端）

驗證目的：資料中心主機房的總製冷量是否達到設計要求以及實際的可以利用的製冷量（本章節只驗證資料中心主機房的總製冷量）。

驗證方法：利用假負載進行類比資料中心主機房的實際負載情況，通過相關工具對資料中心主機房的空調的製冷效果進行驗證。

驗證工具：

1. 假負載（針對每個機櫃的假負載）；
2. 流量測試儀器；
3. 風量測試儀器；
4. 風速測試儀器；
5. 功率測試儀器。

驗證前提：

1. 資料中心主機房所部署的末端空調完成 FAT（Factory Acceptance Test，廠測）；
2. 資料中心主機房末端空調的驗收已經完成；

3. 末端空調供應商完成相關的工作；(包括但不限於開機、測試、調試等工作)
4. 所有測試工具得到了有效的校準。

驗證關鍵步驟

1. 部署假負載到主機房的各個機櫃內；
2. 啟動主機房精密空調；(檢查設計工況參數，包括但不限於壓力，進水溫度，回水溫度等)
3. 精密空調末端的加濕功能未啟用；
4. 精密空調末端的加熱功能未啟用；
5. 上電假負載；
6. 資料中心空調的溫度達到穩定；
7. 通過流量測試儀器，結合空調末端的溫度計，壓力錶來測試每台精密空調末端的冷凍水流量；
8. 通過風量測試儀器測量高架地板的出風口風量；
9. 通過風量測試儀器測量單台精密空調的出風量 (備註：需要根據實際測量允許條件)
10. 通過功率測試儀器測量精密空調末端的電力消耗數值；
11. 對照精密空調廠商提供的電機和風機的工況負荷的參數表，檢查負荷參數；
(備註：非電機的功耗不需要納入)
12. 將測量的數值進行計算並比對設計值；
13. 根據相關的測試輸出該章節的驗證報告；
14. 驗證結束。

驗證交付物：

1. 每台精密空調的流量記錄和計算書；
2. 每個機櫃對應的風口地板的風速和風量的記錄和計算書；
3. 每台精密空調風機所對應的電機的功率數值；
4. 結合精密空調廠家提供的風機和電機的工況參數，檢驗風量；
5. 該章節的驗證綜合分析報告；
6. 驗證過程中的發現和建議。

8.4. 資料中心主機房空調末端關鍵參數的驗證

驗證目的：資料中心主機房關鍵參數的驗證（單台關鍵參數和多台同時運行參數設定的驗證）

驗證方法：通過制定的驗證流程和方法，輔助以相關的測試工具，來分別驗證精密空調末端的關鍵參數

驗證前提：

1. 資料中心主機房所部署的空調完成 FAT；
2. 資料中心主機房空調的驗收已經完成；
3. 空調供應商完成相關的工作；（包括但不限於開機、測試、調試等工作）
4. 所有測試工具得到了有效的校準；
5. 精密空調供應商提供了完整的技術參數、驗收報告和資料；（包括但不限於精密空調內部元件的技術參數等）。

驗證工具：

1. 假負載（針對每個機櫃的假負載）；
2. 溫度測試儀器；

3. 流量測試儀器；
4. 風量測試儀器；
5. 風速測試儀器；
6. 功率測試儀器。

單台精密空調末端參數的驗證-風量和製冷量

驗證關鍵步驟：

1. 測量單台空調的冷凍水流量；
2. 測量單台空調的壓力差；
3. 測量單台空調的出風速度；
4. 測量單台空調的風量；
5. 測量單台空調的出風溫度；
6. 根據測試數值進行計算；
7. 單台末端空調的關鍵參數數值驗證報告；
8. 驗證結束。

驗證交付物：

1. 驗證方法和步驟說明；
2. 驗證的資料分析和結果說明；
3. 驗證過程中的發現和建議。

8.5. 資料中心主機房高架地板出風量和風口地板出風率的 驗證

驗證目的：單台機櫃的製冷量是否達到設計值，風口地板設計是否滿足設計；

驗證方法：通過風量儀器測試單台機櫃的進風量

驗證前提：

1. 資料中心主機房末端空調的驗收已經完成；
2. 空調供應商完成相關的工作；(包括但不限於開機、測試、調試等工作)
3. 所有測試工具得到了有效的校準；
4. 風口地板的擺放位置和地板的出風率符合設計要求。

驗證工具：

1. 假負載（針對每個機櫃的假負載）；
2. 溫度測試儀器；
3. 風量測試儀器；
4. 風速測試儀器；

驗證關鍵步驟：

1. 資料中心主機房根據設計參數完成設置和啟動；
2. 資料中心假負載根據設計負荷的條件部署完畢並加電；
3. 用風速測試儀器測試高架地板出風速度；
4. 用風量測試儀器測量高架地板的出風量；
5. 通過測試資料進行計算；
6. 驗證結束。

驗證交付物：

1. 高架地板的出風速度記錄；
2. 高價地板的出風量記錄；
3. 高架地板出風率的計算和高架地板出風面積的測量對比；

4. 設計出風量和實際出風量的比對；
5. 驗證過程中的發現和建議。

8.6. 資料中心機房空調末端冗餘的驗證

驗證目的：資料中心主機房精密空調冗餘性是否達到設計指標

驗證方法：通過假負載類比資料中心主機房真實負荷，用測試工具記錄測試資料，進行分析比對，最終驗證冗餘；

驗證前提：

1. 資料中心主機房空調的驗收已經完成；
2. 空調供應商完成相關的工作；(包括但不限於開機、測試、調試等工作)
3. 所有測試工具得到了有效的校準；
4. 單台空調的驗證已經滿足設計要求；
5. 資料中心主機房的總製冷量已經得到驗證並通過。

驗證工具：

1. 假負載 (針對每個機櫃的假負載)；
2. 溫度測試儀器；
3. 風量測試儀器；
4. 風速測試儀器；
5. 紅外線熱成像分析儀器。

驗證關鍵步驟：

1. 所有末端空調末端均按照設計開啟；
2. 所有假負載均按照設計負荷部署完畢並加電；

3. 資料中心主機房的製冷效果和負荷均達到穩定；
4. 根據設計冗餘設計，關閉冗餘空調；（備註：需要結合空調的冗餘數量和位置，做 N 次，驗證不同空調的故障時候的冗餘效果）
5. 通過測試儀器測試風速、風量；
6. 通過紅外線熱成像分析儀器進行檢查；
7. 通過溫度感測器記錄溫度在設定的時間內的溫度變化，並記錄，結合工具軟體進行計算和覆核；
8. 按照冗餘的設計，模擬末端空調失敗的場景；
9. 記錄各種場景下的製冷情況；
10. 冗餘和切換的驗證報告；
11. 驗證結束。

驗證交付物：

1. 資料中心主機房空調末端冗餘驗證報告；
2. 驗證過程中的發現和建議。

8.7. 資料中心主機房和通道壓差的驗證

驗證目的：資料中心主機房內外的壓差是否符合設計值

驗證方法：通過測試儀器驗證主機房的壓差是否符合設計值（或者相關的標準）

驗證前提：

1. 資料中心主機房的驗收通過；
2. 資料中心主機房的氣密性進行覆核。

驗證工具：

1. 壓差測試儀器；
2. 其他輔助工具。

驗證關鍵步驟：

1. 資料中心主機房假負載部署完畢；
2. 資料中心末端空調正常運行；
3. 新風系統正常運行；
4. 用測試工具測試壓差；
5. 驗證結束。

驗證交付物：

1. 資料中心主機房壓差驗證報告；
2. 驗證過程中的發現和建議。

8.8. 資料中心冷凍水系統蓄冷能力驗證

為了保證資料中心製冷的連續性，在很多冷凍水系統的設計中，設計者都設計了蓄冷罐或者蓄冷設備，用於冷水機組在斷電重新啟動過程中，冷水機組的製冷能力在這段期間喪失，蓄冷罐或者蓄冷設備可以提供在這段期間內資料中心所需要的製冷能力。

驗證目的：資料中心冷凍水系統的蓄冷能力是否達到設計要求

驗證方法：關閉自然冷卻和冷凍水機組，僅僅通過管道和儲冷罐的冷凍水迴圈來

驗證該系統設計時的儲冷能力

驗證前提：

1. 資料中心製冷系統驗收完成；

2. 資料中心負荷滿足驗證條件。

驗證工具：

1. 假負載；
2. 流量測試儀器；
3. 紅外線熱成像分析儀器；
4. 溫度測試儀器。

驗證關鍵步驟：

1. 資料中心假負載部署完畢，並加電；
2. 資料中心製冷系統正常工作，並符合資料中心設計要求；
3. 如果啟動自然冷卻模式，關閉該功能，讓製冷系統進入製冷機組製冷工況；
4. 通過各種測試儀器檢查資料中心運行溫度的變化，直至進入穩定狀態；
5. 關閉製冷機組和冷卻塔，開始記錄時間；
6. 保證製冷系統水泵和空調末端正常；
7. 關閉新風系統；
8. 用流量測試儀器測試管路和末端流量；
9. 通過溫度感測器、紅外線熱成像分析儀器和溫度錶等工具記錄水溫和氣溫的變化；
10. 當主機房溫度達到設計約定的溫度上限值時，時間記錄停止；
11. 恢復冷機工作；
12. 記錄水溫，流量和氣溫，直至達到約定 SLA（Service Level Agreement, 服務約定）的溫度上限；
13. 繼續記錄，直到主機房溫度達到穩定；

14. 驗證結束。

驗證交付物：

1. 資料中心製冷系統儲冷能力驗證報告；
2. 驗證過程中的其他發現和建議。

8.9. 資料中心製冷系統自然冷卻的驗證（單一工況）

驗證目的：資料中心製冷系統的自然冷卻的製冷能力是否達到設計要求

驗證方法：通過部署假負載類比資料中心真實負荷，僅僅用自然冷卻功能來驗證自然冷卻的能力。

驗證前提：

1. 資料中心製冷系統驗收完畢；
2. 資料中心驗證時間符合自然冷卻條件；

驗證工具：

1. 假負載；
2. 流量測試儀器；
3. 紅外線熱成像分析儀器。
4. 溫度測試儀器；
5. BA（Building Automation，建築自動化）系統正常運行並經過校準和測試。

驗證關鍵步驟：

1. 資料中心部分假負載部署完畢並加電；
2. 資料中心製冷系統從零負載開始，啟動自然冷卻模式；
3. 記錄相關參數；

4. 通過測試工具，核對測試數值是否資料中心主機房達到設計參數要求；
5. 逐步加大假負載負荷，並記錄過程數值；
6. 達到資料中心自然冷卻設計的負荷，不在繼續加大假負載；
7. 持續記錄相關測量數值；
8. 資料中心製冷系統穩定運行，相關參數不再發生變化；
9. 驗證結束。

驗證交付物：

1. 資料中心自然冷卻能力驗證報告；
2. 驗證過程中的發現和建議。

8.10. 資料中心蓄水能力驗證

驗證目的：資料中心製冷系統的蓄水能力；

驗證方法：根據設計，結合當時測試的氣候條件，切斷市政用水公路，僅僅通過蓄水池或者蓄水罐的儲水來支援機械製冷系統的水消耗，通過計算耗水量來驗證資料中心的蓄水能力達到初始設計意圖。

驗證前提：

1. 資料中心蓄水池或者蓄水罐完成驗收；
2. 資料中心當時的氣候條件適合冷卻塔運行工況；
3. 資料中心假負載部署完畢。

驗證工具：

1. 水量計量工具；
2. 其他測試工具。

驗收步驟：

1. 核實資料中心設計水消耗計算公式和計算結果；
2. 計量驗證當天的水消耗量；
3. 根據設計，假負載部署完畢；
4. 製冷系統在設計工況下正常工作；
5. 補水系統停止工作；
6. 記錄規定時間內的水消耗量；
7. 覆核計算；
8. 驗證結束。

驗證交付物：

1. 驗證的方法和步驟說明；
2. 資料分析和結果說明；
3. 驗證過程中的發現和建議。

8.11. 資料中心補水能力功能驗證

驗證目的：資料中心製冷系統的補水能力

驗證方法：通過類比缺水情況，驗證系統自動補水能力

驗證前提：

1. 資料中心製冷系統驗收完成；
2. 資料中心製冷系統具備自動補水功能。

驗證關鍵步驟：

1. 類比冷凍水系統缺水情況；(具體操作步驟需要結合製冷系統的設計)

2. 觀察 BA 系統是否偵測到缺水；
3. 自動補水泵是否啟動，開始補水；
4. 觀察補水是否達到設計值；
5. 觀察補水是否自動結束。
6. 觀察 BA 系統是否恢復正常狀態；
7. 全程記錄時間和諸如水量變化等參數；
8. 驗證結束。

驗證交付物：

1. 資料中心製冷系統補水功能驗證報告；
2. 驗證過程中的發現和建議。

8.12. 資料中心主機房末端空調斷電和恢復的驗證

驗證目的：資料中心主機房空調末端斷電後的自動啟動和恢復

驗證工具：

1. 時間記錄儀器；
2. 風量測試儀器；
3. 溫度/濕度測試儀器。

驗證前提：

1. 資料中心製冷系統驗收完成；
2. 資料中心末端精密空調具備自啟動功能；
3. 資料中心末端精密空調供電能力滿足。

驗證工具：

1. 假負載；
2. 溫度測試儀器；
3. 紅外線熱成像分析儀器。
4. 溫度感測器；
5. 電力測試工具。

驗證關鍵步驟：

1. 假負載部署完畢；
2. 精密空調系統開啟；
3. 逐步加電假負載，直至達到設計負荷；
4. 主機房製冷效果達到設計值或穩定；
5. 關閉精密空調末端供電；
6. 恢復供電；
7. 記錄資料中心主機房相關參數的數值；
8. 查看空調是否可以在斷電後又恢復後自動啟動並達到設計工況；
9. 驗證結束。

驗證交付物：

1. 資料中心主機房精密空調斷電和恢復的驗證報告；
2. 驗證過程中的發現和建議。

8.13. 資料中心冷凍水系統的架構設計驗證

驗證目的：資料中心製冷系統架構冗餘是否達到設計要求

驗證方法：通過假負載類比真實運行情況，驗證機械製冷系統的架構。

驗證前提：

1. 資料中心機械製冷系統單個設備測試完成；
2. 資料中心機械製冷系統測試驗收完成；
3. 資料中心機械製冷架構設計文檔和圖紙完整，並經過設計單位確認；
4. 現場具備驗證條件。

驗證關鍵步驟：

1. 設計架構覆核；
2. 設計架構驗證的確認；（需要根據每個具體專案的實際架構設計，切換邏輯和步驟，匯同設計單位共同確認）
3. 假負載部署完畢並投入使用；
4. 冷凍水系統的製冷容量達到測試工況；
5. 根據設計，類比相關冗餘元件，冗余路由的失敗狀況；
6. 驗證機械製冷系統的性能是否依然符合初始設計意圖；
7. 驗證結束。

驗證交付物：

1. 資料中心製冷系統架構驗證報告；
2. 驗證過程中的發現和建議。

8.14. 資料中心製冷 BA 控制系統的功能驗證

驗證目的：資料中心 BA 系統是否能達到設計控制功能

驗證方法：根據製冷系統的設計，檢驗 BA 系統是否可以達到設計控制功能；

驗證前提：

1. BA 系統的各個元件和設備完成測試；
2. BA 系統完成單個系統測試；
3. BA 系統的測試精度經過校準。

驗證關鍵步驟：

1. 覆核設計，確定控制邏輯和控制元件，檢查是否功能滿足和實現；
2. 在不同負載情況下，進行相關動作測試，並實地覆核各個單個設備參數和 BA 參數的偏差；
3. 通過 BA 系統完成各個切換邏輯；
4. 如果 BA 系統有冗餘，需要對冗餘進行驗證；
5. 類比 BA 系統發生故障，製冷系統產生的情景是否符合設計要求；
6. BA 系統的資料記錄和存儲功能的驗證；
7. 驗證結束。

驗證交付物：

1. 驗證方法和步驟的描述；
2. 資料中心製冷 BA 控制系統驗證報告；
3. 驗證過程中的發現和建議。

8.15. 資料中心製冷系統和 BA 系統之間的同步驗證

驗證目的：資料中心製冷系統在前面所有驗證環節中的狀態和相應是否在 BA 系統中同步顯示和跟蹤

驗證方法：根據前面章節中的每個驗證關鍵步驟的過程和時間和 BA 系統中的資料和時間進行比對，驗證是否同步。

驗證前提：

1. 資料中心的 BA 系統具有即時偵測和採集製冷系統的動作、狀態和資料功能；
2. BA 系統完成安裝，調試，測試和時鐘校準。

驗證關鍵步驟：

1. 時間同步校準；
2. 每一步的製冷系統的動作步驟進行動作和狀態記錄（包括時間）；
3. BA 系統的相關元件或產品動作和狀態記錄（包括時間）；
4. 進行比對和覆核。

驗證工具：

1. 時間記錄儀器；
2. 輔助工具。

驗證交付物：

1. 製冷系統驗證動作和狀態記錄；
2. BA 系統的記錄；
3. 資料中心製冷系統和 BA 系統的不同步說明分析報告；
4. 驗證過程中的發現和建議。

九、 附錄一：相關參考標準

1. ASTM B539-02 (2008) , Measuring Contact Resistance of Electrical Connections (Static Contacts) ;
2. ASTM E136-09, Test Method for Behavior of Materials in a Vertical Tube Furnace at 750 Degrees C ;
3. ASTM E814-09, Methods of Fire Tests of Through-penetration Fire Stop ;
4. ASTM F1233-08, Standard Test Method for Security Glazing Materials And Systems ;
5. American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineer (ASHRAE) ;
6. 2008 ASHRAE Environmental Guidelines for Datacom Equipment—Expanding the Recommended Environmental Envelope ;
7. ASHRAE 52.2-2007, Method of Testing General Ventilation Air-Cleaning Devices for Removal Efficiency by Particle Size ;
8. ANSI/ASHRAE/IESNA 90.1-2007, Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings ;
9. ASHRAE Handbook – Fundamentals (2009) ;
10. ASHRAE Handbook – HVAC Applications (2007) ;
11. ASHRAE Handbook – HVAC Systems and Equipment (2008) ;
12. Herrlin, M. K. 2005. Rack Cooling Effectiveness in Data Centers and Telecommunications Central Offices ;
13. The Rack Cooling Index (RCI) . ASHRAE Transactions, Volume 111, Part 2 ;
14. Herrlin, M. K. and Belady, C. 2006. Gravity-Assisted Air Mixing in Data Centers and How it Affects the Rack Cooling Effectiveness. ITherm 2006, San Diego, CA, May 30–June 2, 2006 ;
15. Builders Hardware Manufacturers Association (BHMA) , ANSI/BHMA A156.13-2002, American National Standard for Mortise Locks and Latches Series 1000 ;
16. BG 5/2003, Cooling solutions for IT - A guide to planning, design and operation

17. Factory Mutual FM Global Property Loss Prevention Data Sheets 1-28 ;
18. Illuminating Engineering Society (IES) IESNA Lighting Handbook ;
19. ANSI/IESNA RP-1-04 American National Standard Practice for Office Lighting Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) ;
20. ANSI/IEEE C2-2007, National Electrical Safety Code (NESC) ;
21. IEEE C62.72-2007, IEEE Guide for the Application of Surge-Protective Devices for Low-Voltage (1000 V or Less) AC Power Circuits ;
22. IEEE 446-1995 (Revision 2000) (The IEEE Orange Book) , Recommended Practice for Emergency and Standby Power Systems for Industrial and Commercial Applications ;
23. IEEE 485-1997, IEEE Recommended Practice for Sizing Lead-Acid Batteries for Stationary Applications ;
24. IEEE 902-1998 (The IEEE Yellow Book) , Guide for Maintenance, Operation and Safety of Industrial and Commercial Power Systems ;
25. IEEE 1013-2007, IEEE Recommended Practice for Sizing Lead-Acid Batteries for Stand-Alone Photovoltaic (PV) Systems ;
26. IEEE 1145-1999, IEEE Recommended Practice for Installation and Maintenance of Nickel-Cadmium Batteries for Photovoltaic (PV) Systems (withdrawn standard) ;
27. IEEE 1375-1998, IEEE Guide for the Protection of Stationary Batteries ;
28. IEEE/ASHRAE 1635/200, Guide for the Ventilation and Thermal Management of Stationary Battery Installations (under development) ;
29. ANSI/BICSI 002-2011 368 Insulated Cable Engineers Association
30. International Electrotechnical Commission (IEC) IEC 60603-7, Connectors for electronic equipment (multiple document series) ;
31. IEC 61300-3-34 : 2009, Basic Fibre Optic Test Procedures – Part 3 : Examination and measurement—Section 34 : Attenuation of random mated connectors ;
32. International Organization for Standardization (ISO) ISO/IEC TR 29106 : 2007, Information technology – Generic cabling – Introduction to the MICE environmental classification Laser Institute of America (ASC Z136) ;

33. ANSI Z136.2, American National Standard for Safe Use of Optical Fiber Communications Systems ;
34. Utilizing Laser Diode and LED Sources (1997) ;
35. National Electrical Contractors Association (NECA) ;
36. ANSI C80.3-2005, American National Standard For Steel Electrical Metallic Tubing (EMT) ;
37. NEMA VE 1-2009, Cable Tray Systems ;
38. NEMA VE 2-2006, Metal Cable Tray Installation Guidelines ;
39. National Fire Protection Association (NFPA) , NFPA 90A-2009, Standard for the Installation of Air-conditioning and Ventilating Systems ;
40. NFPA 101-2009, Life Safety Code ;
41. NFPA 110-2010 ; Standard for Emergency and Standby Power Systems ;
42. NFPA 111-2010 ; Standard on Stored Electrical Energy Emergency and Standby Power Systems ;
43. NFPA 258-2001, Recommended Practice for Determining Smoke Generation of Solid Materials ;
44. NFPA 5000-2009, Building Construction and Safety Code
45. NFPA Fire Protection System for Special Hazards, 2004 ;
46. ANSI/TIA/EIA-485-A, Electrical Characteristics Of Generators And Receivers For Use In Balanced
47. ANSI/UL 1479-2003, Standard for Fire Tests of Through-Penetration Firestops ;
48. ANSI/UL 797-2007, Standard for Electrical Metallic Tubing – Steel ;
49. ANSI/UL 972, Burglary-Resisting Glazing Material

十、 附錄二：相關測試工具

涉及到產品本身的測試工具，可以參考產品供應商本身所採用的測試工具或者 UL 的針對每個產品本身的測試工具，這些測試工具在 UL 的相關測試標準和文檔中都有相關的描述。本章節主要針對的驗證的必要測試工具。通常情況下，分為以下幾類：

1. 用於類比真實工作狀態的假負載；
2. 電氣參數的測試工具；
3. 風速和風量測試工具；
4. 液體流速和流量測試工具；
5. 溫度測試工具；
6. 濕度測試工具；
7. 絕緣測試工具；
8. 其他測試工具。

備註：所有測試工具在使用和測試之前，都需要被重新校準。

十一、 附錄三：UL 單個設備或產品的測試標準

本文所描述的是資料中心的驗證，並不針對單個產品和設備的測試方法和標準。但對於資料中心驗收和試運行而言，單個產品的測試也同樣是至關重要和必不可少的一個步驟或者階段。因此，在該章節中，本文列舉了一部分 UL 資料中心常用產品和設備的測試標準。

備註 1：由於不同國家和地域的差別，測試標準會有不同，本文在這裡主要列舉 UL 所採用的方法和標準；

備註 2：如果涉及到列舉的方法和標準有更新，以最新頒佈的標準和文檔為準，同時，應根據資料中心所在地的當地所適用的標準；

備註 3：下面所列出的標準僅僅是一部分，涉及到每個標準中，一般還涉及到顆細微性更細或者“子集”的標準：

1. Antenna-Discharge Units -UL452
2. Attachment Plugs and Receptacles -UL498
3. Audio Equipment, Commercial -UL813
4. Audio/Video and Musical Instrument Apparatus for Household, Commercial, and Similar General Use -UL6500
5. Capacitors and Suppressors for Radio-and Television-Type Appliances -UL1414
6. Class 2 Power Units -UL1310
7. Communications-Circuit Accessories -UL1863
8. Cord Sets and Power-Supply Cords -UL817
9. Filters, Electromagnetic Interference -UL1283
10. Filter Units, High-Efficiency, Particulate, Air -UL586

11. Filter Units, Air -UL900
12. Flexible Cords and Cables -UL62
13. Fuses, for Radio- and Television-Type Appliances, Special -UL1417
14. Fuses, Low-Voltage - Part 1 : General Requirements -UL248-1
15. Fuses, Low-Voltage - Part 14 : Supplemental Fuses -UL 248-14
16. Fusing Resistors and Temperature-Limited Resistors for Radio- and Television-Type Appliances -UL1412
17. Heating and Cooling Equipment -UL1995
18. Impedance Protected Motors -UL1004-2
19. Industrial Control Equipment -UL508
20. Industrial Control Panels -UL508A
21. Information Technology Equipment - Safety - Part 1 : General Requirements -UL60950-1
22. Lithium Batteries -UL1642
23. Meter Sockets -UL414
24. Molded-Case Circuit Breakers, Molded-Case Switches, and Circuit-Breaker Enclosures -UL489
25. Motor-Operated Appliances -UL73
Office Furnishings -UL1286
26. Plastic Materials for Parts in Devices and Appliances, Tests for Flammability of -UL94
27. Polymeric Materials - Long Term Property Evaluation -UL746B
28. Polymeric Materials - Short Term Property Evaluation -UL746A
29. Polymeric Materials - Use in Electrical Equipment Evaluations -UL746C
30. Power Units Other Than Class 2 -UL1012
31. Printed-Wiring Boards -UL796
32. Protectors for Coaxial Communications Circuits -UL497C

33. Protectors for Data Communications and Fire Alarm Circuits -UL497B
34. Protectors for Paired-Conductor Communications Circuits -UL497
35. Protectors for Radio- and Television-Type Appliances, Over current and Over temperature -UL1416
36. Rotating Electrical Machines - General Requirements -UL1004-1
37. Safety of Information Technology Equipment -UL60950
38. Secondary Protectors for Communications Circuits -UL497A
39. Stationary Engine Generator Assemblies -UL2200
40. Supplementary Protectors for Use in Electrical Equipment -UL1077
41. Switches for Appliances - Part 1 : General Requirements -UL61058-1
42. Switches, Clock-Operated -UL917
43. Switches, General Use Snap -UL20
44. Switches, Special-Use -UL1054
45. Tape, Polyvinyl Chloride Polyethylene and Rubber Insulating -UL510
46. Telephone Equipment -UL1459
47. Temperature-Indicating and -Regulating Equipment -UL8731)
48. Terminal Blocks -UL1059
49. Thermal-Links - Requirements and Application Guide -UL60691
50. Thermally Protected Motors -UL1004-3
51. Time-Indicating and -Recording Appliances -UL863
52. Transformers and Motor Transformers for Use in Audio-, Radio-, and Television-Type Appliances -UL1411
53. Transformers, Low Voltage - Part 1 : General Requirements -UL5085-1
54. Transformers, Low Voltage - Part 2 : General Purpose Transformers -UL5085-2
55. Transformers, Low Voltage - Part 3 : Class 2 and Class 3 Transformers -UL5085-3

- 56. Uninterruptible Power Equipment -UL1778
- 57. Uninterruptible Power Systems -UL1778
- 58. Unit Substations -UL1062
- 59. Wire Connectors -UL486A-486B
- 60. Wires and Cables, Thermoplastic-Insulated -UL83
- 61. Wires and Cables, Thermoset-Insulated -UL44

十二、 附錄四：關於資料中心的設計和服務級別協定（SLA）

對於一個資料中心投入運營前，必然涉及兩個關鍵字，一個是資料中心的設計意圖所遵循的設計標準，另外一個是服務級別協定(Service Level Agreement) 。通常情況下，資料中心的規劃設計者也會根據 SLA 來定義、選擇和執行設計標準，即轉換 SLA，形成最終的可執行的設計交付物。

在很多資料中心的設計，考慮到可用性和商業利益，往往設計標準略高於 SLA。因此，在資料中心驗證之前，資料中心驗證單位需要和資料中心運營者確定設計和 SLA 的之間的關係，通過驗證的過程，讓資料中心的運營者對二者有準確的判斷。站在商業運營的角度來看資料中心，SLA 更為重要和關鍵。在資料中心真正投入運營前，SLA 是否能否得到滿足更加直觀重要。

關鍵字：SLA（Service Level Agreement）服務級別協定。無論是對於商業資料中心或者對於企業服務於內部的資料中心而言，都有 SLA 或者 OLA（Operation Level Agreement），在其中對資料中心提供的服務標準有非常準確，定量的描述，而如果違反了 SLA，通常涉及到商業賠償或者補償。

十三、 附錄五：UL 在中國的合作夥伴 -SIMT

上海市計量測試技術研究院（SIMT）是我國最早建立的計量檢定專業機構之一，是上海地區唯一由國家授權的公益性、綜合性國家法定計量檢定機構，也是國家計量行政部門批准設立的大區計量測試中心——“華東國家計量測試中心”，國家科技行政部門命名的國家級測試中心——“中國上海測試中心”，迄今已走過了 80 多年的歷程。

主要職能為《計量法》、《產品品質法》、《標準化法》、《消費者權益保護法》及相關法律法規的政府行政和執法提供必要的技術支撐；為科技進步和產業發展，開展計量測試方法和儀器裝備的研究；為滿足社會發展需要、規範市場秩序提供公共技術保障；為上海和長三角地區的經濟發展提供優質的計量、服務。

機構資質

1985 年《中華人民共和國計量法》正式頒佈實施後，SIMT 於當年通過國家組織的機構考核與評審，經批准成為首批由國家依法設置並獲得認定的省級法定計量檢定機構之一。

1985 年，SIMT 被國家科委（現為國家科技部）批准為國內首批國家級分析測試中心，次年被正式命名為：中國上海測試中心。

1986 年，SIMT 被國家計量局（現為國家品質監督檢驗檢疫總局）批准並命名為：華東國家計量測試中心。

SIMT 已經獲得了國家和地方政府職能部門授權開展法制計量、量值傳遞(溯源)、品質監督檢驗等工作的資質。目前，SIMT 已經建立了國家計量基準 2 項，社會

公用計量標準 224 項，通過國家授權檢定的項目 470 項、校準專案 510 項、檢測項目 5 項，通過中國合格評定國家認可委員會實驗室認可（CNAS）的專案校準和檢測專案 916 項，通過檢查機構專案 14 項。

SIMT 設有國家計量器具產品品質監督檢驗中心（上海）和國家金銀製品品質監督檢驗中心（上海）。同時，國際法制計量組織醫療器械技術委員會血壓計分技術委員會（TC18/SC1）秘書處設於 SIMT；SIMT 的電離輻射實驗室是國際原子能機構（IAEA）和世界衛生組織（WHO）所屬的二級標準實驗室網（SSDLs Network）成員。多個全國性學術團體以及計量、標準化等專業技術委員會秘書處常設在 SIMT。

制定相關標準：

- 上海市地方標準 DB31/219.1-1998 《綜合佈線系統驗收規範》
- 上海市地方標準 DB31/T285-2002 《基於乙太網技術的使用者駐地網及其與公眾網介面技術規範》
- 上海市地方標準 DB31/T 289-2003 《住宅資訊配線箱通用技術條件》
- 《浦東新區建築物智慧化系統檢驗實施細則》
- 上海市工程建設規範 DG/TJ08-601-2001 《智慧建築評估標準》
- 上海市工程建設規範 DG/TJ08-605-2004 《建築設備監控系統檢驗標準》
- 上海市地方標準 《無線局域網的驗收標準》
- 中國國家標準 《局域網驗收標準》
- 上海市地方標準 DB31/651-2012 《資料中心單位能源消耗限額》

十四、 附錄六：本文所涉及的中英文詞彙

為了方便讀者閱讀，本文列舉了本文中所涉及到的中英文單詞的對比和翻譯，中文僅供參考，建議以英文為準。

1. Commissioning：測試和試運行；
2. IET：individual equipment testing 單個產品或者設備的測試；
3. FAT：Factory acceptance test 工廠接受度測試；
4. IPVT：Integrated Performance Verification Testing 集成性能測試；
5. RPP：Remote Power Panel 電源列頭櫃；
6. UPS：不斷電供應系統；
7. HVAC：Heating, Ventilation and Air Conditioning 供熱通風與空氣調節；
8. CRAC：Computer room air conditioner 電腦房空調；
9. Chiller：冷水機組；
10. SLA：Service Level Agreement 服務級別協定；
11. OLA：Operational Level Agreement 操作級別協議；
12. BA：building automation system 在本文中，特指機械製冷控制系統；
13. ATS：Automatic transfer switching equipment 自動轉換開關設備；
14. Life Cycle：生命週期；
15. Verification：驗證；
16. Dummy Load：假負載；
17. Capacity：容量；

- 18. Redundancy：冗餘；
- 19. Functionality：功能性；
- 20. Efficiency：效率；
- 21. Maintenance：維護；
- 22. Program Phase：程式設計階段；
- 23. Design Phase：設計階段；
- 24. Construction Phase：建設階段；
- 25. Acceptance Phase：驗收接受階段；
- 26. Post-Acceptance Phase：後驗收接受階段；
- 27. Operation Phase：運維階段；
- 28. Electric：電氣；
- 29. Mechanical：機械製冷；
- 30. Telecommunication：通信；
- 31. Architecture：建築。