

植基於射頻辨識裝置之變電站電子巡視管理系統開發

RFID-Based Electro-Patrolling Management System Development for Substation

陳鴻誠

hcchen@ncut.edu.tw

邱健琮

ccc.030@yahoo.com.tw

曾信元

et52815@yahoo.com.tw

簡仲賢

ewq428@yahoo.com.tw

國立勤益科技大學 電機工程系(所)

摘要

本研究首先對變電站設備巡視的進行方式和巡視管理系統進行探討分析，提出目前在變電站設備巡視中的問題和設備巡視系統的不足；其次，結合現場實際情況對設備巡視具體內容進行分類，開發植基於射頻識別技術之電子巡視管理系統的PDA端和主機端軟體；再次，基於瀏覽器/伺服器(Browser/Server, B/S)網路結構，採用SQL SERVER 2005及SQL CE資料庫技術，開發巡視管理系統的資料庫，構成電子巡視管理系統。最後，將進行現場運轉試驗，以驗證本系統之運轉可靠性、操作簡易性、維護方便性等特點，以及未來的推廣應用前景。

關鍵詞：電子巡視管理系統、射頻識別技術、瀏覽器/伺服器(B/S)

1. 前言

在電力系統中，由於電能生產、輸送、分配和使用的連續性，對系統中各設備單元的安全可靠運轉有很高的要求。特別是隨著電力工業不斷朝著大機組、大容量和高電壓的趨勢迅速發展，保障設備運轉的可靠性更成為安全生產的重要課題。因此，電力設備的巡視，特別是變電站設備的巡視對於及時發現電力設備存在的隱患，避免事故的發生有著非常重要的作用，同時對提高設備運轉的可靠性，構建強健電網具有十分重要的意義[1], [2]。

設備巡視是變電運轉常規工作之一，在變電運轉工作中扮演非常重要的地位，是確保設備連續安全運轉的主要措施。運轉值班人員按設備巡視路線進行巡視，及時掌握設備的運轉情況、變化情況以及設備的異常情況，在第一時間發現設備存在的缺陷，採取有效措施消除問題，確保設備的安全、穩定和持續運轉[3], [4]。

隨著科技的進步出現了新的數據採集器，這種採集器由於加入了許多新的功能，所以它很快被引入到了設備巡視系統中。這種數據採集器可以儲存更多的數據，擁有人機交互的螢幕，這樣巡視人員就可以在巡視器上獲得更多的資訊，方便了巡視人員的使用，而且還解決了接觸式儀器所帶來的使用

壽命的問題，它可以自動識別條碼，不需要接觸就可以讀取數據，延長了儀器的使用壽命[5]。該系統由管理主機、安裝在工作現場的條碼、手持巡視儀(數據採集器)、用於電腦下載數據的通信插座以及配套軟體組成。

這個階段的巡視系統只需要在數據採集器上進行選擇或進行一些簡單的數字錄入操作即可。在管理主機方面也不需要手工錄入巡視結果，基本上實現了智慧化。但是在實際應用中，這種基於條碼的巡視系統還有一些問題需要解決，例如：手持巡視儀對條碼標籤表面印刷的完整性及清潔度的要求非常高，常年處在外界的條碼標籤經常由於標籤外部的磨損或污濁而導致無法識讀，而且手持巡視器功能單一，介面單調，螢幕太小，給巡視人員的使用帶來了不便。

由變電站設備巡視系統的發展過程可以看出，變電站設備巡視系統隨著電腦技術和微電子技術的發展取得了長足的發展，改變了過去人工巡視工作中存在的不足，但在實際應用中變電站設備巡視系統還存在一些問題需要解決，本研究針對上述問題提出了一種基於RFID(Radio Frequency Identification)的變電站電子巡視管理系統，開發電子巡視管理系統的PDA端和主機端軟體；再次，基於瀏覽器/伺服器(Browser/Server, B/S)網路結構，採用SQL SERVER 2005及SQL CE資料庫技術，開發巡視管理系統的資料庫，構成電子巡視管理系統。最後，將進行現場運轉試驗，以驗證本系統之運轉可靠性、操作簡易性、維護方便性等特點，以及未來的推廣應用前景。

2. 系統特點

在現實工作當中，通過不斷跟蹤分析我們不難發現，面對電力系統巡視管理當中存在的種種問題，使用傳統的手段加強對巡視工作的監督和管理需要投入很大的人力和時間，而且最終對於改善巡視工作的實際效果意義不大。電子巡視管理系統採用最新移動計算技術和資訊識別技術，結合資料庫技術，旨在解決傳統巡視方式當中存在的弊端和問題，達到以下特點：

(1) 確保巡視到位及管理規範。巡視過程中巡

視員必須使用 RFID 巡視器對粘貼在設備上的相應 RFID 卡進行識別後，方能根據手持巡視設備的提示進行巡檢，從而保證了巡視到位率，確保生產現場工作狀態和品質，將企業管理要求真正落實到日常工作中，從根本上杜絕了巡視人員不到位、作業報表杜撰、任意修改等生產中的漏洞。

(2) 記錄電子化。巡視人員在生產現場就把各種巡視資訊輸入 RFID 巡視器，直接轉換成電子資訊，不再需要在紙上進行記錄。在每次巡視完成後，將 RFID 巡視器通過數據線連接到電腦上，進行數據傳輸，無需再進行人工輸入，使企業的資訊處理納入電腦管理軌道，更好地對數據進行客觀的統計、研究和分析，使得管理工作輕鬆、高效，為迅速、準確的判斷和決策提供科學依據。

(3) 具有讀取速度快、工作距離遠、穿透性強、工作環境適應性強和可重複使用等多種優勢。讀取速度快：可在瞬間完成對成百上千件物品標識資訊的讀取，從而提高工作效率；工作距離遠：可以實現對物品的遠距離管理；穿透能力強：可以實現透過塑膠和金屬等包裝材料獲取物品資訊，能夠適應變電站現場的惡劣的戶外環境。

(4) 資訊共用。電子巡視管理系統與站內管理資訊系統進行有效的結合，用戶可通過 WEB 服務器，使用 WEB 瀏覽器訪問巡視資訊資料庫，並可對資料庫進行查詢、統計，使企業生產管理資訊系統的功能大大加強，提高了生產管理水準。

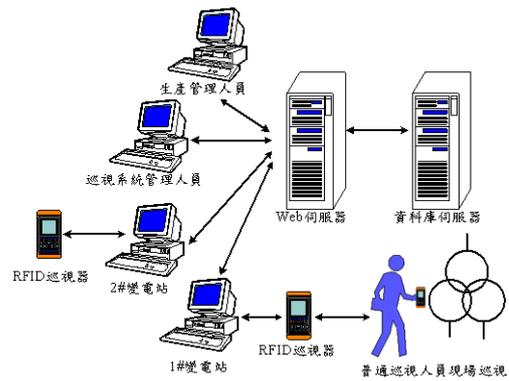


圖 1. 變電站電子巡視管理系統結構圖

伸縮性大。在這種結構下，用戶介面完全通過 WWW 瀏覽器實現，一部分事務邏輯在前端實現，但是主要事務邏輯在伺服器端實現，B/S 模式的基本結構如圖 2 所示。



圖 2. B/S 模式的基本結構

3. 系統結構

本研究提出之變電站電子巡視管理系統結構圖如圖 1 所示，在電力設備的巡視路線上安裝一系列代表不同巡視點的 RFID 電子標籤，在 PDA 式巡視器提前設置好需要巡視的路線、時間等，當巡視人員巡視到電力設備時，用 PDA 式巡視器讀取電力設備上電子標籤中的序列號，巡視器將代表該點的序列號和時間紀錄下來，同時巡視人員對設備的各種參數和工作狀態進行現場採集輸入。巡視完成後，巡視器通過通訊器把數據上傳至資料庫伺服器。生產管理人員、巡視系統管理人員和各變電站運轉人員可以通過 Web 瀏覽器對巡視記錄進行查詢、統計等。

電子巡視管理系統由後台管理系統和巡檢終端系統兩部分組成。後台管理系統部分主要完成數據資訊的採集、傳輸、處理、查詢、統計、分析等功能。巡檢終端系統按照數據採集、通訊網路以及業務處理等功能劃分，可分為變電站端巡視設備和信息網路設備兩部分組成。系統規格詳述如下：

3.1 電子巡視管理系統的網路結構

變電站電子巡視管理系統的網路結構採用瀏覽器/伺服器(B/S)模式，B/S 體系結構的數據及應用可通過不同平臺、不同網路存取，與平臺無關，對 B/S 模式而言，其在邏輯上採用三層結構，它在

前臺瀏覽器和後臺資料庫伺服器之間增加了一個 Web 伺服器，所有的應用程式模塊都安裝在它上面。在瀏覽器上只需安裝一個通用的瀏覽器(IE6.0 等)。因此，這種模式簡化了客戶端，使用戶的操作更加方便，降低了系統的開發和維護開銷。所以我們選用 B/S 網路模式作為電子巡視管理系統的網路結構。

3.2 電子巡視管理系統的硬體構成

變電站端巡視設備由電子標籤、PDA 式巡視器、數據傳輸電纜和數據儲存卡等設備組成。變電站端巡視設備主要完成資訊採集、資訊儲存、數據交互以及數據校驗等功能。電子標籤安裝在關鍵的巡視點附近，如主變壓器、斷路器、電容器組等電力設備，代表不同的巡視點，具體特性參數見表 1。

表 2. 電子標籤的具體特性參數

工作頻率	工作溫度	有效距離	防衝撞功能	內部安全機制	外部安全機制
13.56 MHz	-20°C ~ +70°C	4cm	有	嵌入	安全應用管理支援

PDA 式巡視器擬採用 HP iPAQ 212 型 PDA，具有 Marvell PXA310 624MHz 處理器，Windows Mobile 6 Classic 作業系統；顯示幕為 4 吋、640×480 畫素、VGA、26 萬色 TFT LCD；128MB RAM /

256MB ROM；1 個 SDIO 和 1 個 Type II CF 插槽；具有 802.11a/b/g 無線上網及 Bluetooth 2.0 (含 EDR) 藍牙功能；2200mAh 鋰電池，可連續工作 15 個小時。

資訊網路設備包括 Web 伺服器、資料庫伺服器、變電站端電腦、管理用戶電腦和通訊網路設備等。變電站電子巡視管理系統網路結構採用瀏覽器/伺服器(B/S)模式。資料庫選用大型商用資料庫 Microsoft SQL Server2005，管理員或用戶可以對資料庫進行查詢訪問，支援開放的數據訪問標準介面 ODBC；可對資料庫進行在線監視和維護，可對資料庫中的數據制定有效的備份策略，以便在電腦系統出現故障後的數據快速恢復；對資料庫檔的讀、修改和刪除均配置了用戶管理權限，防止非法用戶的侵入。

3.3 電子巡視管理系統的軟體開發

(1). 巡視管理系統的開發環境

PDA 端開發語言 C#

PC 端開發語言 C#

伺服器端資料庫為 Microsoft SQL Server2005

PDA 端資料庫為 Microsoft SQL Windows CE

(2). 軟體結構

軟體部分主要完成數據資訊的採集、傳輸、處理、統計、分析、查詢等功能，由電腦端管理程式及 PDA 端巡視應用程式兩部分組成。電腦端管理程式提供數據服務，包括為 Web 端查詢、統計、管理提供數據服務，以及為 PDA 端 SQL CE 提供數據同步。PDA 端巡視應用程式完成巡視工作的身份驗證，數據採集、傳輸等功能。

3.4 電子巡視管理系統的資料庫設計

資料庫系統可以說是電子巡視管理系統的心臟，Microsoft SQL Server2005 作為一個性價比很高的系統，完全可以擔負關鍵性任務，所以我們選擇 SQL Server2005 作為後臺資料庫伺服器。SQL Server2005 在 SQL Server 7.0 的基礎上增加了許多新的功能，使用戶能更方便更快捷地管理資料庫和開發應用程式。SQL Server2005 使用了工業界最先進的資料庫構架，它與 Windows DNA2005 平臺緊密集成，具有強大的 Web 功能，通過對硬體平臺以及最新網路和儲存技術的支援，可以為最大的 Web 站點和企業級的應用提供可擴展性和高可靠性，使用戶能夠在 Internet 商業領域快速創建應用，從而減少了建立電子商務應用、商業智慧數據庫和商業線路應用所需的時間。此外，SQL Server2005 提供了重要的安全性方面的增強，保護防火牆內和防火牆外的數據。SQL Server2005 還支持強有力的安全，擁有安全審計工具，並提供高級的文件加密和網路加密功能。SQL Server2005 的資料庫伺服器自動調整和自動管理技術在資料庫領域中處於領先地位，使客戶可以不用去細微調整資料庫伺服器的各項參數。

4. 電子巡視管理系統測試結果

藉由電子巡視管理系統，變電站工作人員在系統管理主機上先利用管理軟體制定巡視路線、規劃巡視管、規定設備的巡視項目，並通過數據傳輸電纜將巡視內容傳輸到 PDA 巡視器中。接著，巡視人員按照巡視內容到各巡視指定地點完成規定的巡視項目，並由現場安裝的電子標籤對 PDA 巡視器進行工作任務確認。巡視工作完畢後，將巡視內容回傳至主機，並對資料庫進行更新，各級用戶可進行記錄查詢等功能。

當巡視人員到達現場巡視點時，用 PDA 巡視器頂部的 SDIO 型讀卡器靠近巡視點的 RFID 電子標籤，圖 3 和 4 所示即為 PDA 巡視器讀取變壓器設備電子標籤的照片。當 PDA 巡視器讀取到 RFID 電子標籤的訊息時，螢幕畫面轉為顯示該電子標籤的編號及巡視點設備的基本規格資訊，如圖 5 所示。接著可切換畫面錄入巡視點設備巡視內容。



圖 3. PDA 巡視器讀取變壓器設備電子標籤



圖 4. PDA 巡視器讀取變壓器設備電子標籤近照



圖 5. PDA 巡視器顯示電子標籤的編號及巡視點設備的基本規格資訊

巡視點設備巡視內容共分三個畫面：狀態量畫面、即時量畫面及累積量畫面，分別如圖 6、7 及 8 所示。



圖 6. PDA 巡視器顯示設備巡視內容—狀態量畫面



圖 7. PDA 巡視器顯示設備巡視內容—即時量畫面



圖 8. PDA 巡視器顯示設備巡視內容—累積量畫面

依照畫面設定的巡視內容一一錄入現場狀態或量測值，待完成所有資料的錄入後按下確定鈕，PDA 巡視器會馬上進行錄入資料上下限比對，若所有錄入資料皆在正常範圍，畫面會跳出此設備所有運轉狀態正常的對話框，如圖 9 所示；若有異常狀況時，則會跳出警告的對話框，圖 10 為電流超限的過載警告，圖 11 為溫度超限的油溫過高警告。



圖 9. 跳出此設備所有運轉狀態正常的對話框



圖 10. 跳出此設備電流超限的對話框



圖 11. 跳出此設備溫度超限的對話框

當巡視人員完成所有巡視點的巡視項目後，回到主控室將 PDA 巡視器與主機相連，將此次巡視結果上傳至主機。主機端的軟體系統會對各設備巡視結果的數據進行彙總、加工、處理，變成設備資料庫訊息。圖 12 為設備管理網路資料庫查詢系統，選定查詢需求即可查詢設備狀況，圖 13 為查詢故障設備的查詢結果。



圖 12. 設備管理網路資料庫查詢系統



圖 13. 故障設備的查詢結果

5. 結果與討論

在電力系統中，電力設備的巡視，特別是變電站設備的巡視在變電運轉工作中具有非常重要的地位，是確保設備連續安全運轉的主要措施。運轉值班人員按設備巡視路線進行巡視，及時掌握設

備的運轉情況、變化情況以及設備的異常情況，在第一時間發現設備的缺陷，採取有效措施消除缺陷，確保設備的安全、人員的安全和電網的安全。

本研究針對在設備巡視過程中，運轉人員不按巡視路線、巡視不及時、不到位等問題，採用 RFID 技術對電子巡視管理系統進行了研究和設計，在開放式硬體的基礎上對軟體進行了開發，預期完成的成果如下：

(1) 系統性的對變電站設備巡視方式和巡視管理系統進行規劃，可解決目前在變電站設備巡視中的問題和設備巡視系統的不足。

(2) 結合現場實際情況進行電子巡視管理系統的功能設計，對設備巡視具體內容進行了分類和編訂，開發電子巡視管理系統的 PDA 端和電腦端軟體。

(3) 採用 B/S 網路結構，應用成熟穩定的產品進行開發，構成巡視管理系統，維護方便、配置靈活、方式多樣。

(4) 採用 SQL Server2005、SQL CE 資料庫技術，結合原有的設備台帳和設備編碼，開發巡視管理系統的資料庫。

(5) 進行現場運轉試驗，實踐證明該系統具有可靠性高、使用簡單、維護方便等特點。

致謝

本研究承行政院國家科學委員會產學合作計畫（編號 NSC 97-2622-E-167-010-CC3）及克利達科技股份有限公司研究經費支援，謹此誌謝。

參考文獻

- [1] 楊成發、蔡森洲，配電設備利用射頻辨識 (RFID) 技術進行資料傳輸之研究，台灣電力公司期中研究報告，2006 年 4 月。
- [2] 張文奇、鄭孟宗，配電線路設備維護點檢管理系統之研究，台灣電力公司期中研究報告，2006 年 5 月。
- [3] M. E. Whiteman, "Applications of Distribution Automation and Demand Side Management in AMR Systems," *Proceedings of the Eighth International Conf. on Metering and Tariffs for Energy Supply*, Brighton, 3-5 July 1996, pp. 1-5.
- [4] R. Kirkman, "WWW-Technology for Substation Automation", *CIGRE Session 2002*, Group 34 Power System Protection and Local Control, Paris, pp. 34-211, 2002.
- [5] Q. H. Wu, D. P. Buse, P. Sun, and J. Fitch, "An Architecture for e-Automation," *The IEE Computing and Control Engineering Journal*, Vol. 14, No.1, pp. 38-43, April/ May, 2003.