

Technical Article

選擇低雜訊電壓參考以提升 X 光影像解析度



Jackson Wightman

提升 X 光影像解析度的最有效方法之一，就是透過精心設計的資料擷取部分來減少前端的雜訊。在資料擷取電路中使用低雜訊串聯電壓參考，是可降低雜訊並進而提升影像解析度的設計選擇之一。

在本文中，我將展示如何選擇如 REF54 或 REF70 等低雜訊電壓參考，以提升最終 X 光影像解析度。(為了區分自訂積體電路和 X 光系統前端，任何提及「前端」之處均指包含自訂積體電路、電壓參考和其他裝置之 X 光系統部分，而任何使用「類比前端 (AFE)」之處則指自訂積體電路。)

X 光成像作業和系統設計概述

在 X 光系統中，AFE 會接收從 X 光面板產生的訊號。AFE 為經過特別設計的積體電路，前端的資料擷取作業即在此進行。X 光系統包含多個 AFE，其設計可供在均使用常用電壓參考的多個 X 光系統中使用。

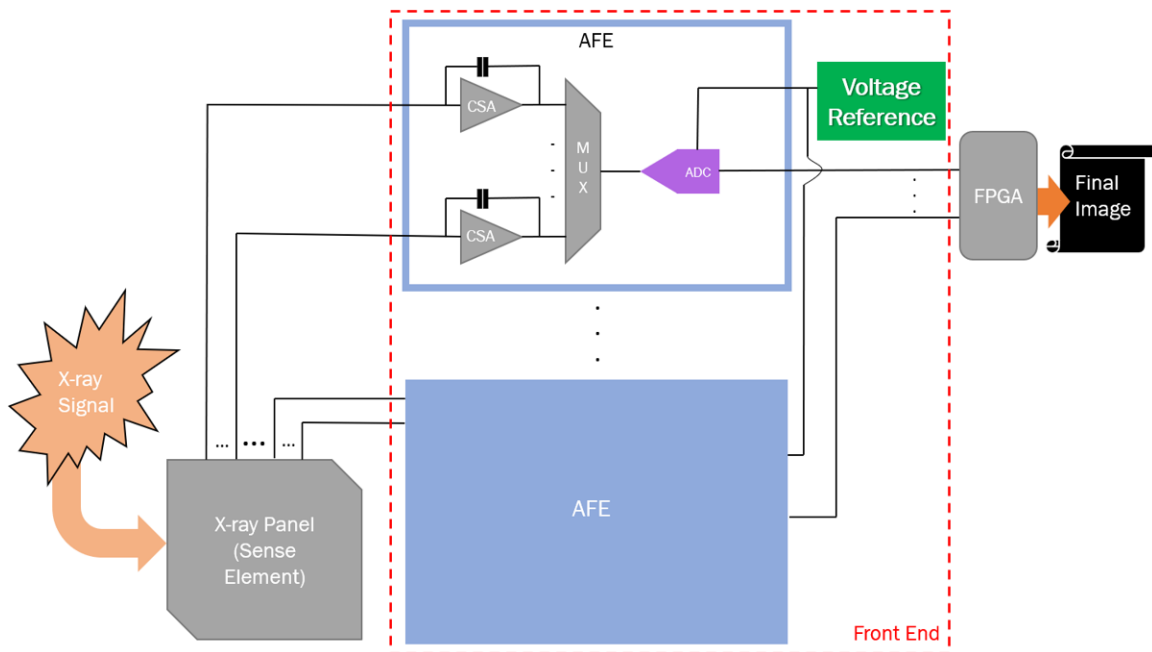


图 1. X 光系統前端的簡化原理圖

AFE 使用電荷求和放大器，將來自 X 光面板的電荷轉換為電壓。此電壓隨後會饋入將類比訊號提供至類比轉數位轉換器 (ADC) 的多工器。AFE 中的 ADC 使用外部精密電壓參考，以提供準確的資料轉換。

在前端獲得數位訊號後，數位減影放射攝影即可協助提升影像品質。數位減影放射攝影會比較患者的掃描以及沒有患者的掃描，藉此去除影像缺陷。由於前述兩個影像是在極短的時段內拍攝，因此可將溫度變化降至最低；畢竟 X 光系統處於溫度受控的環境中。不過，數位減影放射攝影的程序也可補償因前端任何微小溫度變化所造成的影像差異。

為 X 光系統實作低雜訊電路的設計挑戰

前端存在任何雜訊 – 包括在精密電壓參考與 AFE 中存在任何雜訊，都會傳播至所有通道，並且會降低最終影像解析度，導致影像品質不佳。

選擇具備超低雜訊的外部精密電壓參考，而非內部電壓參考，有助於提升影像解析度並減少所拍攝的 X 光數量，進而降低病患與醫療專業人員的暴露風險，以及減少醫療照護成本。

表 1 定義了一些應考慮的電壓參考參數。

表 1. 重要電壓參考參數

參數	說明
閃爍雜訊	存在從 0.1Hz 至 10Hz 的雜訊
輸出電壓雜訊	存在從 10Hz 至 1kHz 的雜訊
溫度漂移	輸出電壓如何隨溫度變化

視數位轉類比轉換器或 ADC 的位元數或有效位元數 (ENOB) 而定，表 1 中的參數可能會直接影響電路的增益誤差及訊號雜訊比 (SNR)。在 X 光系統中，較高的增益誤差意味著影像品質下降。此外，電壓參考的閃爍雜訊會影響 ADC 的 SNR。

方程式 1 和 方程式 2 顯示 ADC 中的雜訊及 SNR：

$$\text{Total ADC Noise (RMS)} = \sqrt{(\text{Inherent ADC Noise})^2 + (\text{Voltage Reference Noise})^2 + (\text{Buffer Noise})^2} \quad (1)$$

$$\text{SNR}_{\text{ADC}} = 20 \log\left(\frac{V_{\text{ref}}}{2\sqrt{2} \text{ Total ADC Noise}}\right) \quad (2)$$

從 方程式 1 可看出隨著電壓參考的雜訊降低，總 ADC 雜訊也會降低。檢視 方程式 2 則可看出電壓參考雜訊降低會導致 ADC 的 SNR 增加。較高的 SNR 會讓 ENOB 提高，這是提升系統解析度必需的要素。因此，電壓參考雜訊必須遠低於 ADC 雜訊。

在許多情況下，選擇如 TI 的 REF70 或 REF54 等外部電壓參考，即可改善 ADC 的 SNR。具備低雜訊的精密電壓參考是不可或缺的考量。表 2 列出了 REF70 和 REF54 系列電壓參考的參數。

表 2. REF70 與 REF54 系列電壓參考參數

參數	REF70	REF54
閃爍雜訊	0.23ppm _{p-p}	0.45ppm _{p-p} 或 0.11ppm _{p-p} ，具備雜訊降低電容器
輸出電壓雜訊	0.35ppm _{rms}	0.7ppm _{rms}
溫度漂移	2ppm/°C	0.8ppm/°C

透過選擇如 REF70 或 REF54 等低雜訊精密電壓參考來降低類比前端中的雜訊，即可提高 ADC 的 SNR，進而提升 X 光系統的影像解析度。

結論

提高 X 光影像的品質可改善人們獲得的醫療照護。有鑑於 X 光成像技術的廣泛使用，此領域存在許多推動技術進步的機會。

設計 X 光系統時，最終目標是產生最佳影像。雖然可達到此目標的方式很多，但最重要的是為 X 光系統前端設計選擇最佳的電壓參考。此外，擁有低雜訊電路設計也極為重要。選擇如 REF54 或 REF70 等低雜訊電壓參考，有助於提升影像解析度與整體影像品質。

重要聲明與免責聲明

TI 均以「原樣」提供技術性及可靠性數據（包括數據表）、設計資源（包括參考設計）、應用或其他設計建議、網絡工具、安全訊息和其他資源，不保證其中不含任何瑕疵，且不做任何明示或暗示的擔保，包括但不限於對適銷性、適合某特定用途或不侵犯任何第三方知識產權的暗示擔保。

所述資源可供專業開發人員應用 TI 產品進行設計使用。您將對以下行為獨自承擔全部責任：(1) 針對您的應用選擇合適的 TI 產品；(2) 設計、驗證並測試您的應用；(3) 確保您的應用滿足相應標準以及任何其他安全、安保或其他要求。

所述資源如有變更，恕不另行通知。TI 對您使用所述資源的授權僅限於開發資源所涉及 TI 產品的相關應用。除此之外不得複製或展示所述資源，也不提供其它 TI 或任何第三方的知識產權授權許可。如因使用所述資源而產生任何索賠、賠償、成本、損失及債務等，TI 對此概不負責，並且您須賠償由此對 TI 及其代表造成的損害。

TI 的產品均受 [TI 的銷售條款](#) 或 [ti.com](#) 上其他適用條款，或連同這類 TI 產品提供之適用條款所約束。TI 提供所述資源並不擴展或以其他方式更改 TI 針對 TI 產品所發布的可適用的擔保範圍或擔保免責聲明。

TI 不接受您可能提出的任何附加或不同條款。

郵寄地址：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATA SHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, regulatory or other requirements.

These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you will fully indemnify TI and its representatives against, any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI's products are provided subject to [TI's Terms of Sale](#) or other applicable terms available either on [ti.com](https://www.ti.com) or provided in conjunction with such TI products. TI's provision of these resources does not expand or otherwise alter TI's applicable warranties or warranty disclaimers for TI products.

TI objects to and rejects any additional or different terms you may have proposed.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated