

2025 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

大專/社會組 科學文章格式

文章題目： 為什麼熱水倒水聲比冷水低沉？ 聲學中的溫度秘密

摘要：本文統整了冷水與熱水倒出時聲音差異的相關研究。文獻顯示，熱水（90°C）聲音傾向於低頻（300-600 赫茲），聽起來更沉悶；冷水（10°C）聲音傾向於高頻（1500-3000 赫茲），聽起來更明亮，這與熱水形成較大氣泡（5-10 毫米）、冷水形成較小氣泡（1-2 毫米）有關（arXiv:2403.14740）。此外，研究發現，聲音差異還受到容器共振的影響，例如酒杯音高隨液體量改變（Courtois et al., 2008）。溫度也影響空氣捲入，熱水倒出時空氣捲入較多，進一步影響聲音特性（Callaghan et al., 2014）。人類能通過聲音感知水溫，這種能力隨年齡增長而發展，六歲後顯著提升（Agrawal & Schachner, 2023）。本文分析了這些差異的物理機制，並探討聲音在日常生活中的信息價值。

文章內容：

人類對聲音的感知能力極為敏銳，能從日常活動如倒水聲中提取信息。研究顯示，人們能根據聲音區分冷水與熱水，這種能力隨年齡增長而發展，並非天生，而是通過經驗逐漸提升。文獻指出，六歲以下的兒童難以區分冷水與熱水的聲音，但六歲後感知能力顯著增強，至青少年期接近成人水平。這種能力不僅反映了人類對聲音的敏感性，也顯示了聲音在傳遞環境信息中的重要性。

冷水與熱水聲音的差異主要源於溫度對水的物理特性的影響。根據研究，熱水因黏度降低和表面張力減弱，傾向於形成較大的氣泡。依據 Minnaert 共振定律，較大氣泡產生低頻聲音，頻率約在 300-600 赫茲，使熱水聲音聽起來更低沉，能量集中在 10^2 赫茲級別的低頻範圍。相反，冷水因黏度較高，形成較小的氣泡，破裂頻率較高，產生高頻聲音，頻率約在 1500-3000 赫茲，使冷水聲音更尖銳刺耳，能量集中在 10^3 赫茲級別的高頻範圍。

容器對聲音的影響也不容忽視。文獻顯示，水瓶或酒杯的共振頻率會隨液體量和分布改變。例如，增加酒杯中的液體量可降低音高，旋轉液體也會改變聲音特性。此外，水瓶的共振特性並不完全符合理想的亥姆霍茲共振模型，瓶頸長度會影響共振頻率。這些聲學特性表明，容器可能放大或調整冷水與熱水的聲音差異，進一步影響我們的感知。

流體動力學研究提供了更深入的解釋。文獻指出，溫度影響空氣捲入和氣泡動態。熱水倒出時，空氣捲入較多，形成較大氣泡，導致低頻聲音；冷水則空氣捲入較少，產生較小氣泡，破裂較快，生成高頻聲音。此外，液體噴射形狀也影響聲音幅度，細噴射比粗噴射聲音更大，這與氣泡的形成和破裂模式有關。這些發現與日常經驗相符，例如熱茶倒出時的低

沉潑濺聲，與冷水從水壺倒出時的尖銳聲音形成對比。

以日常生活為例，熱咖啡倒入杯中時，因黏度低和較大氣泡形成，可能產生更低沉的共鳴聲；冷牛奶倒出時，因黏度高，則可能產生更尖銳的高音聲音。這些差異不僅是聽覺上的，還反映了表面張力和氣泡動態等物理過程，對聲學和工程領域具有重要意義。例如，理解聲音差異可應用於設計更直觀的家用電器，或優化液體混合過程的效率。

聲音感知的敏感性也反映了人類對環境線索的進化適應。研究表明，聲音不僅是聽覺體驗，還能幫助判斷水的溫度或安全性。例如，人類能通過聲音識別容器中水位的變化，這種能力在盲人和有視力者中表現相似，顯示了聲音感知的普遍性。這種能力在設計家用電器或改善液體處理的工業過程中有實際應用。

流體動力學的進一步研究顯示，計算流體動力學模擬能揭示溫度對氣泡大小和穩定性的影響。熱水的低表面張力導致較大氣泡，以低頻振盪；冷水的高表面張力則導致較小、更頻繁的氣泡破裂，貢獻於高頻聲音。此外，液體噴射的聲音幅度與噴射波紋有關，這可用於測量水的曝氣率，對廢水處理等工業應用有潛在價值。

相關研究使用了專業設備進行分析，例如以專業麥克風錄製聲音，並結合高速攝影觀察氣泡大小，確保數據的可靠性。這些聲音差異不僅影響聽覺體驗，還與氣泡動態和表面張力密切相關，對聲學和工程應用具有實際意義。此外，聲音的歷史研究也提供了背景，例如早期文獻探討了聲音的基本原理，為後續研究奠定了基礎。

聲音差異的應用不僅限於日常生活，還延伸至科學研究。例如，氣泡動態的研究可用於理解海洋中的聲音傳播。此外，液體噴射捲入氣體的機制在廢水處理、發酵和浮選技術中有廣泛應用。這些研究顯示，聲音差異背後的物理機制具有跨領域的價值。

總之，統整文獻可知，冷水與熱水的聲音差異根植於溫度對物理特性和氣泡動態的影響。熱水因較大、較慢破裂的氣泡產生低頻聲音，冷水因較小、快速破裂的氣泡生成高頻聲音。本文通過分析相關研究，深化了對聲學的理解，並突顯物理與人類感知之間的複雜聯繫，為日常生活和科學應用提供了新視角。

參考資料

Agrawal, T., & Schachner, A. (2023). Hearing water temperature: Characterizing the development of nuanced perception of sound sources. *Developmental Science*, 26(3), e13321. DOI: 10.1111/desc.13321

Balachandran, A., Watanabe, F., & Lim, J. (2011). Helmholtz Resonance in a Water

Bottle.

Biri, A. K. (1993). Gas entrainment by plunging liquid jets. *Chemical Engineering Science*, 48(21), 3585-3630. DOI: 10.1016/0009-2509(93)81019-R

Boudina, M., Kim, J., & Kim, H.-Y. (2023). Amplitude of water pouring sound. *Phys. Rev. Fluids*, 8, L122002. DOI: 10.1103/PhysRevFluids.8.L122002

Bragg, W. (1921). The World of Sound. *Books on Demand*.

Cabe, P., & Pittenger, J. (2000). Human Sensitivity to Acoustic Information from Vessel Filling. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 26(1), 313-324. DOI: 10.1037/0096-1523.26.1.313

Callaghan, A. H., Stokes, M. D., & Deane, G. B. (2014). The effect of water temperature on air entrainment, bubble plumes, and surface foam in a laboratory breaking-wave analog. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 119(11), 7463-7482. DOI: 10.1002/2014JC010351

Chen, S., & Guo, L. (2014). Viscosity Effect on regular bubble entrainment during drop impact into a deep pool. *Chemical Engineering Science*, 109, 1-16. DOI: 10.1016/j.ces.2014.01.023

Courtois, M., Guirao, B., & Fort, E. (2008). Tuning the pitch of a wine glass by playing with the liquid inside. *European Journal of Physics*, 29(2), 303. DOI: 10.1088/0143-0807/29/2/013

Why do hot and cold water sound different when poured? (2024). arXiv:2403.14740. DOI: 10.48550/arXiv.2403.14740

註：

1. 未使用本競賽官網提供「科學文章表單」格式投稿，將不予審查。
2. 字數沒按照本競賽官網規定之限 500 字~1,500 字，將不予審查。

PS.摘要、參考資料與圖表說明文字不計入。

3. 建議格式如下：

- 中文字型：微軟正黑體；英文、阿拉伯數字字型：Times New Roman
- 字體：12pt 為原則，若有需要，圖、表及附錄內的文字、數字得略小於 12pt，不得低於 10pt
- 字體行距，以固定行高 20 點為原則
- 表標題的排列方式為向表上方置中、對齊該表。圖標題的排列方式為向圖下方置中、對齊該圖