

中華民國第四十七屆中小學科學展覽會
作品說明書

國小組 自然科

佳作

081512

戴帽圍牆最ㄉ一ㄉㄤ

學校名稱：臺中市西區忠孝國民小學

作者： 小五 詹 傑 小六 林辰祐 小五 羅智容 小五 廖敏君 小五 陳韋年 小四 王靖茗	指導老師： 陳貞蓉 彭淑纓
---	---------------------

關鍵詞：戴帽圍牆 噪音



「戴帽圍牆」最

ㄅ
一
九



--校園外來噪音的第一道防線研究--

壹、摘要

由收集資訊知道，全國校園噪音源以**公路噪音**最多。

又根據我們查訪本市各級學校結果，發現本市學校**遭受外來噪音干擾情形頗為嚴重**，原因是**教室緊鄰大馬路，而圍牆又沒採密封式建築，沒有隔音效果**（放棄**防噪音第一道防線**）。

首先由本市各級學校的圍牆現狀調查並拍照製成卡片，再經**分類、統計、比較**。

其次，利用木板，自己設計，製成型體不同的實驗用隔音牆，在實驗箱內做噪音測試。發現**戴帽**的隔音效果最好，可惜全市只有一所學校圍牆是戴帽子的圍牆。

最後，我們根據研究二研究紀錄卡，至本市各學校（抽樣）校園進行實地測試噪音量；並選擇能夠加帽的圍牆，用準備好的材料**加帽**後，測試噪音量；我們發現，竟**與實驗用隔音牆之實驗結果不謀而合**！

總而言之，我們認為要提升國民「**拒絕噪音**」的共識，必須**讓大家參與噪音監測工作，並就研究提出建議，以做為學校圍牆之建築設計、改進及新建校舍規劃之參考**。

貳、研究動機

- 一、台灣各級學校**大多興建在公路旁**，受來自**校外的車輛**、喇叭和汽車、機車剎車聲音**影響最嚴重**。
- 二、很多學校教室**緊鄰大馬路**，甚至**蓋在人行道上**，而它的圍牆卻採用**欄柵式**，怎能避免噪音干擾教學。
- 三、看到**高速公路旁的隔音牆**，聯想到**學校圍牆和隔音牆**的關係。
- 四、我們認為良好的學校環境方能培養造就出來俊秀的學生。因此，對於影響學校安寧的「**噪音**」需有所**認識及拒絕、阻隔**，對於**校園圍牆建築更是不可忽視的問題**。
- 五、我們基於以上四點，決定對全市校園圍牆做一次完整的研究。

參、研究目的

- 一、了解(尋找)校園噪音之主要來源。
- 二、認識校園噪音**第一道防線**—學校**四周圍牆**。
- 三、本市各級學校圍牆現狀調查及圍牆和防止校園噪音關係研究。
- 四、將研究結果提出建議，作為學校圍牆之建築設計及新建校舍規劃之參考。

肆、研究器材

噪音計，實驗用隔音牆，隔音牆噪音量實驗箱、加帽用材料、發聲器(汽車喇叭)、電鈴、噪音頻譜分析儀。

伍、研究過程

【研究一】、了解校園噪音的噪音源。

甲、方法：

1. 以本校為例，週一至週五，固定人選分別注意校園噪音，並紀錄。
2. 訪問本校退休張老師（“**研究校園噪音**”榮獲 79 年科學著作獎）。
3. 訪問本校校友陳教授（中研院研究員噪音專家）。
4. 收集和“**校園噪音**”有關資訊，並加以分析整理。

乙、結果：

1. 在本校調查噪音結果（詳細請看附件一）。
2. 我們訪問張老師，每人還獲贈「**校園噪音之探討**」研究著作一本，同時張老師對我們詳細論述，獲益良多。
3. 拜訪校友陳教授（詳細資料請看附件二）。
4. 由收集資訊分析整理結果：

- A. 現在的汽車，只要速度達到每小時 35 公里時，距離汽車 7 公尺左右的人，所感受的聲音為 64~80dB，加上駕駛人員亂按喇叭，使得噪音的音壓階高於 100dB。
- B. 由於近代大量的人口聚集於都市裡，隨著都市的發展，交通運輸的增加，機動車輛的引擎聲、喇叭聲，及群眾的喧嚷聲也隨著增加。
- C. 本市各級學校**大多興建在公路旁，受公路噪音很嚴重，尤其是很多學校教室緊鄰大馬路，甚至有蓋在人行道上，而它的防噪音第一防線—圍牆**，卻採用缺少隔音效果的**欄柵式**或**半欄柵式**。

【研究二】、本市各級學校圍牆現狀調查研究

甲、方法：

1. “**本市各級學校圍牆和噪音關係研究紀錄卡**”圍牆實景部分，調查並拍照存證。
2. 將紀錄卡不同的校園圍牆**分類、統計、比較**。

乙、結果：

1. 各校圍牆實際型態，請看研究紀錄卡，及全市學校校園圍牆型態調查統計表。全市調查拍照學校共 **127** 校(占全市 **100%**)，圍牆型態共 **326** 種(紀錄卡數共 **326** 張)
2. 校園圍牆型態觀察調查紀錄表 (如下)

校園圍牆型態觀察調查紀錄表

圍牆型態	密封式	欄柵式	半欄柵式	種植物圍牆式	戴帽子密封式	其他	總件數
件數	157	98	48	20	1	2	326
百分比	48.2	30.1	14.7	6.1	0.3	0.6	100
比較名次	1	2	3	4	6	5	
備註	◎ 1 代表數量(件數)最多。			※ 詳細請看紀錄簿			

丙、分析：

1. 我們共調查 **127** 所學校，型態共 **326** 式，可以用 “**百態**” 來形容。
型態最多的學校，全校共有 **9** 樣型態。
2. 根據調查結果占有率比較情形如下：

密封式〉 **欄柵式**〉 **半欄柵式**〉 **種植物圍牆式**〉 **其他**〉 **戴帽子密封式**

實驗二

探討面積相等、表面積凹凸不平的實驗用隔音牆和

噪音量的關係。(隔音牆表面)

隔音牆表面積和噪音實驗結果紀錄表

隔音牆型體	(1) 表面光滑	(2) 表面粗糙	(3) 表面凹凸不平
噪音量 (dB)	63.76	63.04	62.52
效果比較名次	3	2	1
備註	◎ 1 代表隔音效果最佳 ※ 詳細請看紀錄簿		

丙、分析：防噪音效果比較結果如下：

(3)表面凹凸不平最佳，以(1)表面光滑最差。

實驗三

探討面積相等、隔音牆上方變化不同的實驗用隔音牆

和噪音量的關係。(隔音牆上方)

隔音牆上方變化不同和噪音關係實驗結果紀錄表

噪音量 項目	型體別	(1) 沒有變化	(2) 加一邊	(3) 加兩邊	(4) 兩邊下斜	(5) 兩邊上斜	(6) 加植物
加帽後 噪音量 (dB)		63.82	63.7	63.64	63.6	63.46	62.68
加帽前後 噪音量差 (dB)			0.12	0.18	0.22	0.36	1.14
效果比較 名次		6	5	4	3	2	1
備註		①加帽前、後噪音量差是 (1) 減去加帽後噪音量。 ②效果名次 1 代表加帽前後噪音量差最大，隔音效果最好。 ※ 詳細請看紀錄簿					

丙、分析：

1. **隔音牆加帽確實可以增加隔音效果。**

2. 各型體減低噪音量情況如下：

(6)號 > (5)號 > (4)號 > (3)號 > (2)號 > (1)號

3. **(6)號型體減低噪音效果最好，值得推廣。**

實驗四. 隔音牆降低噪音量的動態狀況(噪音源、接收者、隔音牆位置配置關係)研究。

甲、方法：

1. 利用噪音實驗箱做(1)隔音牆在**噪音源和接收者中間**，(2)隔音牆**靠近噪音源**，(3)隔音牆**靠近接收者**三種情況測試。

2. 分別紀錄、分析。

乙、結果：

隔音牆降低噪音量的動態實驗紀錄表

動態狀況	(1) 隔音牆在噪音源和接收者中間	(2) 隔音牆靠近噪音源	(3) 隔音牆靠近接收者
噪 音 量(dB)	63.92	63.76	63.74
效果比較名次	3	2	1
備 註	◎ 1 代表隔音效果最佳；(2) (3)相差不多 ※ 詳細請看紀錄簿		

丙、分析：

1. **噪音牆愈接近噪音接受者或噪音來源，則其防噪音效果會愈好。**
2. 有效的減輕噪音在基本上就是：**噪音來源接收者和隔音牆位置的有效配置。**

【研究四】、在各級學校校園圍牆和隔音效果關係探討。

實驗五. 各級校園圍牆隔音效果探討。

甲、方法：

根據研究二研究紀錄卡，到各校實測各型圍牆防噪音效果，並紀錄、比較。

實驗方法

- ◎在圍牆外離**1.2**公尺處，放置**噪音發聲器**(汽車喇叭)向校內發聲。
- ◎在圍牆內**1.2**公尺處，放置**噪音測量計**，測量噪音量。

乙、結果：

本市校園圍牆隔音效果實測結果紀錄表

圍牆型體	(1) 密封式	(2) 欄柵式	(3) 半欄柵式	(4) 種植物式	(5) 戴帽密封式
效果平均噪音量 (dB)	83.39	103.235	97.71	95.687	78.38
件 數	4	8	8	6	1
比較名次	2	5	4	3	1
備 註	◎ 1 代表隔音效果最佳 ※ 詳細請看紀錄簿 ◎ 各型體平均噪音量來源請看附件				

丙、分析： 一、隔音效果比較結果如下：

(5)戴帽密封式 > (1)密封式 > (4)種植物式 > (3)半欄柵式 > (2)欄柵式

二、本研究各校圍牆和實驗一實驗用隔音牆**隔音效果相同**。

實驗六. 各校圍牆加帽後隔音效果探討。

說明：

本實驗圍牆加帽係根據研究一、訪問陳教授講述：**隔音牆的傳音性**(噪音遭遇到隔音牆後，噪音行進路線有三條)而設

甲、方法：

1. 準備好校園圍牆加帽組合式材料一套。
2. 根據**研究二**研究紀錄卡，選擇**密封式**、**半欄柵式**能加帽的圍牆 10 處做**加帽測試**噪音量工作。由於圍牆加帽裝備太大，搬運不便，因此只利用本校 5 種圍牆形式做實驗對象。
3. 紀錄、分析、比較。

乙、結果：

校園圍牆加帽後防噪音效果實驗紀錄表

噪音量項目	型體別	(1) 沒有變化	(2) 加一邊	(3) 加兩邊	(4) 兩邊下斜	(5) 兩邊上斜	(6) 加植物
加帽後噪音量 (dB)		84.748	84.286	83.764	83.392	83.028	81.152
加帽前後噪音量差 (dB)	圍牆		0.462	0.984	1.356	1.72	4.796
效果比較名次	原狀		5	4	3	2	1
備註	◎ 加帽前後噪音量差是加帽噪音量減去 (1) ◎ 效果名次 1 代表加帽前後噪音量差最大，隔音效果最好。 ※ 詳細請看紀錄簿						

丙、分析：

1. 圍牆加帽確實可以增加防噪音效果。
2. 加帽型體減低噪音量情況如下：

(6)號 > (5)號 > (4)號 > (3)號 > (2)號

3. 測試結果和**研究三**，**實驗用隔音牆效果相同**。

陸、討論

一、隔音牆的傳音性討論。(詳細請看附件)

討論結果：

1. 隔音牆的**厚度**、**高度**、**長度**是隔音牆的有效參數。其中**高度**是最重要的參數。
2. 噪音遭遇到隔音牆後，噪音行進路線有三條：

- A. 一部分的噪音波**碰到牆後反射回去**。
- B. 一部分經由**圍牆振動而傳送**。(因牆體之厚度而異)
- ★C. 剩下的部分由**繞射或折曲而越過牆體**。

戴帽就是針對此部份

3. 在噪音來源與接收者間的**繞射角度愈大**，則**愈能降低噪音**。

4. 補充說明：

地方展時，評審教授問到「**高頻**」、「**低頻**」等問題，雖然超出我們小學生的理解能力，但是，為了深入了解，我們特地利用**大鼓**（**低頻**）和**笛子**（**高頻**）實地測試，看它的變化情形（詳細看附件）

二、各縣市學校遭受噪音干擾情形頗為嚴重，對解決學校噪音問題，有何良策？

討論結果：

1. 除了消極勸導車輛行經學校旁不要大鳴喇叭之外，必須**讓大家參與噪音監測工作**，以提升國民「**拒絕噪音的共識**」。
 2. 呼籲當局**嚴格執行管制法令**，取締亂鳴喇叭、缺少消音裝置妨礙交通的車輛。
 3. **校園圍牆宜採密封式，且戴帽子建築，以利隔音效果。**
- 三、由全市各級學校校舍規劃及圍牆建築的研究中，發現都市內學校校舍規劃有很多不理想的設計，尤其是校園圍牆之建築不當如何解決。

討論結果：

1. **校舍規劃不理想，已無法改進。只有加強隔音設備及種植高大喬木來補救。**
2. 校園圍牆建築之不當，可**盡量改進，增加戴帽設計。**

柒、結論

◎由研究一得知：

- 一、依據我們查訪調查結果，發現本市學校**遭受學校外來噪音干擾情形頗為嚴重**。

原因：

1. 全市只有三所學校四周沒靠近馬路。(占 **2.4%**)
2. 教室緊鄰大馬路，圍牆又採欄柵式(輕易**放棄防音第一道防線**)。
3. 沒有種植樹木，有效達到減少噪音、改善空氣的效果。

- 二、要提升國民「**拒絕噪音**」的共識必須**讓大家參與噪音監測工作**(例

如：參與類似本研究工作)，就研究結果提出建議，以作為**學校圍牆之建築設計改進及新建校舍規劃之參考**。

◎由**研究二**得知：

一、我們共查訪 127 所學校，拍攝到 326 式圍牆，發現採用**密封式**的占 48.2%，**欄柵式**的占 30.1%，**半欄柵式**占 14.7%，**栽種植物式**占 6.1%，**戴帽子**只有一所，占 0.3%。

二、**隔音最差的欄柵式圍牆竟占 30.1 %**。

◎由**研究三**得知：

一、隔音牆型式隔音效果實驗結果：

(1) 厚 > 薄；(2) 高 > 低；

(3)密封式 > (5)半欄柵式 > (4) 欄柵式

二、隔音牆表面隔音效果實驗結果：**隔音牆表面面積愈大**(凹凸愈大愈多)對**減少噪音效果愈好**。

三、隔音牆上方戴帽後隔音效果實驗結果：

1. **隔音牆加帽確實可以增加隔音效果**。

2. 加帽型體的不同, 和減低噪音量結果：

(6)號 > (5)號 > (4)號 > (3)號 > (2)號 > (1)號

四、**隔音牆和噪音源, 接收者**位置配置關係實驗結果：

1. **隔音牆愈接近噪音接收者或噪音來源, 其防噪音效果會愈好**。

2. 有效的減輕噪音在基本上就是：

噪音來源、接受者和隔音牆位置的有效配置。

◎由**研究四**得知：

一、到**各校實測**結果和**研究三、實驗一**實驗用隔音牆隔音果相同。

二、校園圍牆**加帽後**確實可以**增加隔音效果**。

三、校園圍牆**加帽後**測試結果和**研究三**實驗用隔音牆(板)**效果相同**。

◎由討論得知：

- 一、隔音牆的**厚度**、**高度**、**長度**是隔音牆的有效參數。
- 二、在**噪音源**與**接收者**間的**繞射角度愈大**，則**愈能降低噪音**（詳細請看附件）
- 三、為了解決學校噪音問題：

1. 除了消極勸導外，呼籲當局**嚴格執行管制法令**，**取締亂鳴喇叭**、**缺少消音裝置妨礙交通的車輛**。
2. 校舍規劃不理想，已無法改進，只有**加強隔音設備**及圍牆邊、校園裡**多種植高大喬木**，不但綠化校園、改善校園景觀、更可達到減少噪音的效果。
3. 校園圍牆建築之不當，應儘量改為**密封式**建築並增加**戴帽設計**，以利**隔音效果**。
4. 校園圍牆並不是不能用**欄柵式**或**半欄柵式**，而是要**看地點而定**，如大運動場緊鄰大馬路可以設置，但大運動場緊鄰社區住家，就不能用欄柵式，以免校內噪音影響社區。
5. 校園隔音牆(圍牆)以**混凝土造隔音牆**，具有經濟、彈性及耐久之特性，是其**最大的優點**；其外形設計，亦可因應環境美學的要求而變，還可以在任何地方興建，**是目前較佳的校園圍牆**。

四、提升國民「**拒絕噪音**」的共識—藉學校教育、大眾傳播媒體宣導噪音防制的重要性。

五、**校園圍牆**為控制外來噪音侵入的**第一道防線**，大家應**重視它**。

捌、展望

- 一、回顧第二十九屆全國科展(18年前)本校以「**尋找噪音與拒絕噪音**」為題之研究參展，榮獲全國第一名。學校也採用此研究建議，改建本校緊鄰 20 公尺寬大馬路之學校圍牆形式，改建為**防噪音圍牆**，在當時曾轟動全市，頗獲好評。
- 二、今年，我們更進一步研究**戴帽圍牆**，若能得到大家的肯定，將建議學校將目前的**防噪音圍牆**戴上**帽子**，成為防噪音效果更好的---

戴帽圍牆 ！

