# 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

戴帽圍牆最ケーナン

學校名稱:臺中市西區忠孝國民小學

作者: 指導老師:

小五 詹 傑 陳貞蓉

小六 林辰祐 彭淑纓

小五 廖敏君

小五 陳韋年

小四 王靖茗

關鍵詞:戴帽圍牆 噪音



# 戴帽圍牆」最 <sup>大</sup>



--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、<u>台灣</u>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。

#### <u> 甲、方法:</u>

- 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<u>張</u>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一圍牆,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體調查統計表。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. 校園圍牆型體觀察調查紀錄表(如下)

#### 校園圍牆型體觀察調查紀錄表

圍	牆型體	密封式	欄柵式	半欄柵	種植物 園牆式	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,型體共 326 式,可以用 "百態"來形容。 型體最多的學校,全校共有 9 樣型體。
- 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

3. 由調查結果,隔音最差的欄柵式竟占 30.1 %,顯示出各校都**重視美觀**, **缺少防噪音觀念**,值得重視。

#### 【研究三】、探討各種型體的實驗用隔音牆模型和防噪音效果關係。 **學、方法:**

- 1. 製造各種型體的實驗用隔音牆(利用木板,如實物)及實驗箱。
- 2. 分別利用各種型體的實驗用隔音牆模型,在實驗箱內分別測試噪音量。
- 3. 分別紀錄比較其隔音效果。

#### 乙、結果:

### 實驗一

探討面積相等、型體不同的實驗用隔音牆和噪音量的

關係 • (隔音牆型體)

#### 隔音牆型體防噪音實驗結果紀錄表

	隔音牆		.)		(2)	(3)	(4)	(5)		
	型體		厚	高	低	密封式	欄柵式	半柵欄式		
噪	音 量(dB)	71. 26	70.4	70	74. 82	62. 34	78. 5	70. 92		
效	果比較名次	. 2	1	1	2	1	3	2		
備	•				<b>%</b> 的門鈴,噪音	<ul><li>詳細請看</li><li>音差異較明顯</li></ul>				

#### **丙、分析:**防噪音效果比較結果如下

- (1) 厚 〉 薄;(2) 高 〉 低;
- (3)密封式 > (5)半欄柵式 > (4) 欄柵式



#### 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	局 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	果比	較	名次		3	2	1	
備		註			◎ 1 代表隔音效匀	果最佳 ※ 詳細	由請看紀錄簿	

#### **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 別 項目	(1) 沒有 變化	(2) 加 一 邊	(3) 加 """ 両 遠	(4) 兩邊,川川, 下斜	(5) 兩邊 <sup>仙山川 上斜</sup>	(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	0		
	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**噪音源和接受者中間**,(2)隔音牆 **靠近噪音源**,(3)隔音牆**靠近接受者**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 和接受者中間	〈2〉 隔音牆靠近噪音源	(3) 隔音牆靠近接受 <i>者</i>						
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)框	1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		<ul><li>○ 1 代表隔音效果最佳 ※ 詳細請看紀錄簿</li><li>○ 各型體平均噪音量來源請看附件</li></ul>							

#### **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 量別項目	(1) 沒有 變化	(2) か 一 邊	(3) 加 麻 邊	(4) 兩邊。 下斜	(5) 兩邊 <sup>仙山川</sup> 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)							
	<ul><li>效果名次1代表加帽前後噪音量差最大,隔音效果最好。</li><li>詳細請看紀錄簿</li></ul>							

#### 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。

#### 陸丶討論

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)

戴帽就是針對此部份

★C. 剩下的部分由**繞射或折曲而越過牆體**。

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:

- 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 香木來補救。
- 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。
  - 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. 校園園牆建築之不當,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!

#### 【評 語】 081512 戴帽圍牆最ケーた、

- 1. 研究主題具應用性,但分析方法待改善。
- 2. 應確定背景躁音之頻率範圍。
- 3. 研究一、二的部份列入文獻探討即可,不需要在此增加篇符。
- 4. 實作頗佳。
- 5. 在創意的部份可再加強研究,將會是很好的作品。