

2023 年【科學探究競賽-這樣教我就懂】

普高組 成果報告表單

| |
|---|
| 題目名稱：石破天驚！！探討以石頭瓦楞紙取代現有包裝材的利弊與環境汙染 |
| 一、摘要 |
| 目前物流的包裝材主要是紙箱、破壞袋的應用其對環境造成巨大傷害，因此我們尋找出更好的替代包裝材，石頭瓦楞紙。且我們也透過改變石頭瓦楞紙結構增加實用性及最好的利用空間。並我們驗證石頭瓦楞紙對環境的影響程度、及其對內容物的保護程度及使用壽命等，希望未來能應用於網購物流層面。 |
| 二、探究題目與動機 |
| 根據市場現況目前網購物流十分方便，大眾漸漸習慣在網路上購買商品，但在運輸的過程中卻會需要更多的包裝材（紙箱、破壞袋、塑膠袋等等），這些包裝材大多只能一次性使用，這不僅僅造成了浪費對環境更加破壞，且這些包裝材對於內容物的保護度不足，常常使裡面的物品毀損。因此我們想研發出一種可以改善以上缺點的創新包裝材。 |
| 三、探究目的與假設 |
| 2020 年，電子購物營業額突破 2400 多億元，創下新高，估算一年下來，用掉了 1.2 億個包裝袋或紙箱，碳排放將近 17 萬公噸，故我們想要減少這些包裝材，減少對環境的危害。 |
| 一、市面上主要包裝材材料對環境的危害: |
| (一) 紙箱生產的能源消耗和污染排放 紙箱的生產過程需要大量的 能源和水資源 ，並且需要消耗大量的化學劑和染料。在生產過程中，會排放大量的 廢氣、廢水和廢棄物 ，對環境造成 污染 和嚴重影響。因此，減少紙箱生產的能源消耗和污染排放，是實現綠色包裝和循環利用的重要一環。 |
| (二) 運輸和包裝產生的廢棄物 紙箱在運輸和包裝過程中，會產生大量的 廢棄物 ，包括破損的箱子、包裝材料和印刷紙張等。這些廢棄物需要進行 處理和回收 ，否則會對環境造成 污染和浪費資源 。因此， 減少紙箱的使用量、提高包裝材料的再利用率 和 循環利用效率 ，是實現綠色包裝和循環利用的重要一環。 |
| (三) 對環境生態的破壞 紙箱的主要原材料是 樹木紙漿 ，因此生產紙箱需要消耗大量的 森林資源 ；破壞袋是 石化製品 ，製造過程中會產生大量 碳排放 ，兩者對地球氣候和生態系統皆會造成長期的損害。 |
| (四) 膠帶封箱的缺點 |
| 1. 膠帶封箱由塑料製成，這種材料在自然環境中分解速度非常慢，導致它們可能會在環境中長時間存在，對生態環境造成損害。 |
| 2. 膠帶封箱在生產過程中會產生有毒有害的物質如:氯化氫、甲醛、氯乙烯和揮發性有機化合物等，如果不進行適當處理，這些物質可能會進入水源，對水質造成污染。 |
| 3. 膠帶封箱是一種一次性使用的產品，大量使用膠帶封箱將導致浪費資源，增加廢棄物的 |

產生。

4. 如果膠帶封箱未被適當處理，可能會對動物造成傷害。例如，動物可能會誤食膠帶封箱，從而導致消化道阻塞等健康問題。

二、石頭瓦楞紙介紹:

(一) 石頭瓦楞紙的主要原材料是**環保塑料和石灰石粉**，其中廢紙占比超過 90%。相比之下，紙箱的原材料主要是樹木紙漿，對森林資源的消耗更大。

(二) 生產過程石頭瓦楞紙的生產過程比紙箱簡單，且不需要高溫和高壓加工，能夠減少能源的消耗和污染排放。

(三) 使用效果石頭瓦楞紙的堅固程度較高，能夠承受較大的重量和壓力，且不易變形。而紙箱在遇到潮濕和重壓時容易變形和損壞。

(四) 石頭瓦楞紙能夠進行**再生利用**。將使用過的石頭瓦楞紙進行收集和分類，分為無污染和有污染兩種。無污染的石頭瓦楞紙可以進行再生利用，有污染的石頭瓦楞紙則需要進行處理和清洗。在將石頭瓦楞紙進行脫水，將其中的水分去除，再進行分解處理。在分解處理中，石頭瓦楞紙被分解成纖維素等物質，並進行精細篩分和糊化處理，將其轉化為石頭瓦楞紙再生材料。並進行再生加工，製成石頭瓦楞紙再生產品。製成的石頭瓦楞紙再生產品可以被再次利用，作為新的包裝材料、填充材料等。由於石頭瓦楞紙的再生利用率較高，因此其再利用能夠有效地減少對自然資源的消耗和環境的污染。然而紙箱的再利用率較低，且再利用後的質量較差。綜上所述，石頭瓦楞紙比紙箱在環保程度上具有優勢，主要體現在原材料使用、生產過程、使用效果和再利用等方面。

(五) 成分組成



圖 1.石頭瓦楞紙成分表(<https://taiwanlm.com/>)

(六) 優點

1. 減少大量廢水的使用相較於紙箱一公噸約減少 7480 加侖的水
2. 少砍樹木
一般而言，製造一個標準尺寸的紙箱需要約 1 至 2 棵樹
3. 相較於紙箱一公噸約減少 900 公斤的碳排
4. 防水、堅硬、耐油、防潮
5. 紙張不使用漂白

6. 紙張無鹵素
7. 減少 CO₂ 的排放
8. 產品可重複使用
9. 不使用酸，減少廢水處理
10. 大量減少廢水排放

四、探究方法與驗證步驟

一、研究方法

(一) 魔鬼氈與子母扣代替

1. 子母扣使用的是紙箱，可以提供較好的物品保護，避免碰撞和擠壓，具有較高的堅固度，對較重、較大的物品有較好的支撐。
2. 子母扣的材料為紙箱，可進行回收再利用，對環境較為友好。膠帶的材料為塑料，不易分解，對環境造成較大的污染。魔鬼氈的材料為紡織品，比較容易分解，對環境的污染相對較少。

(二) 包裝材體積固定

1. 如果包裝材料的體積過大，而實際包裝物品的體積比較小，就會浪費許多包裝材料。這不僅會增加包裝成本，同時也會對環境造成不必要的負擔。
2. 如果包裝材料的體積過大，那麼就會佔用運輸空間，增加運輸成本。同時，體積過大的包裝材料也會影響運輸效率和安全性。
3. 包裝材料的體積過大，而實際包裝物品的體積比較小，那麼包裝材料就無法有效地保護物品，可能會導致物品在運輸過程中損壞或損失。

(三) 摺疊切割紙箱

1. 減少包裝材料的使用量，可伸縮包裝材料能夠根據不同的包裝需求進行調整，能夠更好地適應產品的大小和形狀。相比之下，傳統的包裝材料，如紙箱和泡沫塑料等，需要在生產時進行定制，容易造成浪費。
2. 提高包裝效率和物流效率，可伸縮包裝材料的彈性和適應性能夠更好地適應不同形狀和大小的產品，並且能夠更好地保護產品，減少在運輸過程中的

二、三種包裝材比較

| 優勢 | 石頭瓦楞紙 | 紙箱 | 破壞袋 |
|-----|-------------------|--------|----------|
| 環保性 | 使用石灰和水泥製成，不需要砍伐樹木 | 需要砍伐樹木 | 使用石化材料製造 |
| 耐用性 | 能夠承受更大的重量和壓力 | 較容易損壞 | 可能會破裂或撕裂 |

| | | | |
|------|---------------|---------|---------|
| 防水性 | 能夠防水，保護產品 | 容易受潮 | 具有防水性 |
| 耐火性 | 能夠承受高溫，減少火災風險 | 容易燃燒 | 不具備耐火性 |
| 可回收性 | 可以回收再利用 | 可以回收再利用 | 不可回收再利用 |
| 創新性 | 新穎且有機會取代傳統紙箱 | 傳統且普及度高 | 普及度高 |
| 成本 | 較高 | 較低 | 較低 |
| 使用壽命 | 10 年以上 | 6 個月 | 一次性 |

表 2.石頭瓦楞紙、紙箱、破壞袋比較表

石頭瓦楞紙使用壽命較長，因為它使用石灰和水泥製成，可以承受更長時間的使用和儲存，一般可以使用 10 年以上。相比之下，紙箱使用壽命較短，通常只能使用 2 年左右。破壞袋的使用壽命最短，只有 6 個月，這是因為它的材料較薄，容易破裂或撕裂，不能長時間使用和儲存。

三、切割流程

- (一) 從箱子側邊找到中央線
- (二) 切割箱外中線左右兩側
- (三) 切割箱內中線左右兩側
- (四) 向內壓縮
- (五) 切割箱子上下方兩側的支撐



(六) 公式

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1fB3jaepP0SJaAyhNKqcPZ_xZyqUfiCgW9j

81ZqxPSps/edit?usp=sharing

此公式需先輸入想收縮紙箱的一邊，並輸入想要的最後長度，便會提示是否可行，及切割長度應為多少。

四、實驗

(一) 防撞：將物體裝入包裝材中，從 200 公分高處自由落下，觀察其破壞程度

(二) 防水：將物體裝入包裝材中，以滴管滴上 3ml 水滴，靜置 10 分鐘，傾斜 90 度使水滴滑落，並觀察其吸收狀況

五、實驗比較

| | 紙箱 | 石頭瓦楞紙 | 破壞袋 |
|------|-------------------|----------|---------|
| 防撞程度 | 80% | 90%~100% | 0% |
| 防水程度 | 0~10% (依材質不同而有差異) | 100% | 100% |
| 防油程度 | 0~10% (依材質不同而有差異) | 90~100% | 90~100% |

表 5. 三種包裝材防撞、防水、防油比較表

| 優缺點 | 字母扣 | 魔鬼氈 | 封箱膠帶 |
|----------------------|---------|----------|-------|
| 封箱狀態 | 容易開關 | 緊密、快速封口 | 緊密封口 |
| 使用性 | 可多次使用 | 可多次使用 | 一次性 |
| 是否有殘膠 | 不留殘膠 | 不留殘膠 | 留有殘膠 |
| 平均使用價格 (價格除可使用次數) | 0.1 新台幣 | 0.05 新台幣 | 1 新台幣 |
| | | | |

表 6. 三種封箱材料比較表

五、結論與生活應用

一、未來規劃

(一) 申請專利：希望能推廣此產品，並應用到現今物流，達到環保、永續發展的效益

(二) 廠商合作：希望透過與廠商合作，可以使我們的作品更加完整，進而上市流通，達成我們所希望的永續發展。

二、網購物流使用

(一) 我們希望能夠替代現今大家使用的紙箱、破壞袋，將我們的箱子放入物流產業中。

(二) 日常生活使用，除了物流方面，我們箱子重複利用的特性很適合於日常使用，且可以改變大小更好收納於不同空間上的利用。

(三) 摺疊型家具，我們希望透過改變切割及摺疊方式，將箱子不再是箱子而變成多功能家具，像是結合箱子及椅子，可以放置於餐廳，在顧客進入用餐時能將物品放入箱子裡能更好的節省空間上的使用。

參考資料

1. 石頭瓦楞紙公司台灣龍盟複合材料 <https://taiwanlm.com/>
2. 德國紅點設計競賽 <https://www.red-dot.org/>
3. Zhang, J., Chen, M., & Liu, J. (2015). Environmental impacts and sustainable development of pulp bleaching: a review. *Journal of Cleaner Production*, 87, 50-57.
4. Singh, J., Singh, N., & Jain, R. K. (2019). Chlorine-free bleaching in pulp and paper industry: a review. *Journal of Cleaner Production*, 219, 871-883.
5. The environmental impact of biodegradable, oxo-biodegradable and conventional plastic carrier bags (2014) by Imogen E. Napper and Richard C. Thompson. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X14002583>
6. 黃珮玲 (2011)。台灣瓦楞紙箱製造業揮發性有機化合物減量評估。〔碩士論文。國立臺灣藝術大學〕臺灣博碩士論文知識加值系統。 <https://hdl.handle.net/11296/pp6syd>。
7. 游淑貞 (2019)。摺紙結構應用於瓦楞紙箱的再利用設計研究-以兒童紙凳為例。〔碩士論文。國立臺灣師範大學〕臺灣博碩士論文知識加值系統。 <https://hdl.handle.net/11296/t8f2mj>。
8. 張文聰 (2007)。以「落下試驗」測定外裝用瓦楞紙箱設計之脆度因素值研究。〔碩士論文。國立臺灣科技大學〕臺灣博碩士論文知識加值系統。 <https://hdl.handle.net/11296/bj88bp>。
9. 王丹峯 (2021)。農產品運銷用瓦楞紙箱於長時間運輸航程之結構強度與通風表現分析。〔碩士論文。國立臺灣大學〕臺灣博碩士論文知識加值系統。 <https://hdl.handle.net/11296/38c849>。
10. 劉佳宜 (2011)。快遞宅配紙箱包裝結構設計之探討。〔碩士論文。國立臺灣藝術大學〕臺灣博碩士論文知識加值系統。 <https://hdl.handle.net/11296/d9zyzd>。
11. 詹黛玲 (2016)。全功能包裝設計策略之研究。〔碩士論文。國立臺北科技大學〕臺灣博碩士論文知識加值系統。 <https://hdl.handle.net/11296/y53g7b>。
12. 楊曼昀 (2021)。綠色認知、綠色物流包裝對消費者綠色消費行為意向之研究。〔碩士論文。醒吾科技大學〕臺灣博碩士論文知識加值系統。 <https://hdl.handle.net/11296/28y2nk>