

中華民國第 58 屆中小學科學展覽會 作品說明書

高級中等學校組 工程學科(二)科

(鄉土)教材獎

052403

席梯而眠

學校名稱：國立二林高級商工職業學校

作者： 職三 張哲瑋 職三 鄭吉晟 職三 游宸睿	指導老師： 謝育倫
---	------------------

關鍵詞：梯子、床、舒適

摘要

梯子是在具有高度作業的工具，在不同作業方式下，衍生出不同的梯子。梯子雖方便，但在梯子收合後，無其他的用途，師傅在中午休息時沒有更好的休息環境，師傅在休息上工時，以疲憊的身體以及心情來工作，對師傅的身心造成影響，進而影響到了施工品質。施工品質是非常重要的，要是因為這些問題影響到施工中建築物，那可是得不償失。為了使師傅能有更好的休息環境，一個能夠提供師傅施工時的方便以及休息時的放鬆工具就製作出來椅師傅最常用的梯子設計成可供休息坐、臥的床，讓師傅可以在工作之餘休憩使用。



壹、研究動機

在一定高度作業時，必須具備「梯子」這樣工具，所以我們以梯子做為發想設計出「席梯而眠」，在中午休時常看到師傅都是直接坐在地板上或是直接躺在地上休息，這樣既不衛生也無法給予師傅適當的休息，所以我們結合了長椅以及床的概念，讓梯子不只可作為工作上的工具還能讓人躺、坐。



(圖 1-1、爬)



(圖 1-2、躺)

貳、研究目的

梯子帶給使用者方便、輕鬆、安全等，以梯子設計而言，梯子除了站立以外還能帶給使用者什麼功能?且梯子有能與什麼可以讓使用者更加舒適且方便，提升使用者工作時以及休息時的品質，也讓梯子擁有不只工作上便利的功能也能成為非工作時的好工具。

使用學校廢棄課桌椅為材料製作，來達到「復活再生利用」使課桌椅有新的生命；讓工作以及休息時具有「不佔空間」、「簡單收納」以上三點為本作品的特色。

參、研究設備及器材

一、手動工具



(圖 2-1 手動工具圖)

如圖手動工具分別為:筆、固定夾、鐵鎚、螺絲、砂紙、銼刀、手鋸、鑿刀、線鋸、鉗子、鐵尺、大角尺、小角尺、卷尺、螺絲起子。

二、電動器材

(表 1 大型電動機具)

 <p>鑽床</p>	 <p>帶鋸機</p>	 <p>大型帶鋸機</p>
 <p>自動刨削機</p>	 <p>線鋸機</p>	 <p>手壓刨機</p>

肆、研究過程及方法

一、研究方法

在具有一定高度做工作時，身體需要很大的平衡，為了取得平衡肌肉會收縮，為了使肌肉在中午休息時能夠有適度的放鬆，所以我們團隊以「梯子」作為發想點來進行延伸思考。

設定出題目後進行概念的構思，資料的收集以及討論、並且在實作後進行作品調整作為設計發想以及設計方向，下圖是本團隊的設計以及實作流程圖。



圖 3-1 設計流程圖

二、研究過程

在工地時時常看到「梯子」，梯子為施工時所使用的必需品，梯子帶給師傅們很多的便利，但我們種覺得可以讓梯子有站立以外的功能，所以本團隊選擇以「梯子」為發想點，進行思考以及結合，以下是本團隊的設計構思、討論以及實驗。

(一)設計過程

「梯子」的設計概念發想的思路以及討論方向如下：在經過組員的討論後，表 2 為概念圖，來做為設計討論的基礎，在討論過程中組員提出許多意見並進行想法整合。在設計中參考了許多資料，有書面、網頁圖片、原理以及網路上的影片資料作為參考依序以及修改。

以「梯子」作為延伸方向可分成人自梯、A 字梯、單直梯..等；並經過討論後將「梯子」、「長椅」、「床」做作結合，將三物品的好壞方面進行結合；設計出可以使人舒適、工作性、功能性的結合，將本作品稱為「席梯而眠」，作為製作方向；發想整理後概念草圖 3-2，電腦繪圖概念草圖(表 2)為電腦繪圖改正圖。



圖 3-2 為發想概念圖

(表 2 草圖設計圖以及 3D 建模)

<p>為手畫草模</p>	<p>為電繪模型</p>	<p>為電繪改正</p>



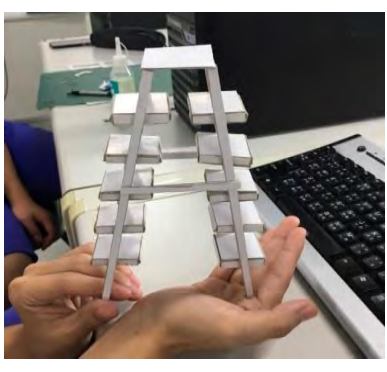
(二)第一次草模製作過程

在經過組員的討論修改後，從中取出製作草模的要素，開始製作一次草模模型，草模模型採用 1:10 比例製作，尺寸為 190cm×40cm×15；材質使用 1mm 厚紙板製作。

(表 3 第一次草模模型尺寸)

<p>製作 5mm×4mm×190mm 腳</p>	<p>製作 30mm×30mm×5mm 踏板</p>



(表 4 第一次草模型模型)

		
踏板與腳組合	兩端梯組合	為第一次草模成品

(三)第二次草模製作過程

在第二次草模我們使用的裁切容易的珍珠板，並且在製作第一次草模中發現踏板過長度過深，將踏板深度改為 30mmx25mm，在踏板兩端上的軸點會因重量太重造成而脫落，我們在第二次草模中以竹籤代軸來製作並新加入防滑墊以及斜角固定。

(表 5 第二草模模型成品)

		
為二次草模站立圖	為梯展開時所需地機關	為收起正面圖
		
為收起側面圖	為草模變形後側面圖	為變形後正面圖

在第二次草模製作完後我們暫時停下來討論並且思考我們製作二次草模時所發現的問題，我們考慮到需要用到廢料腳材，我們思考要如何才能讓要製作正模時的腳柱能夠承受重量，在思考完後，正模製作需要用到不同的鐵件，並且計算在轉軸所承受的重量範圍。

(四)正模製作

在經過兩次的草模製作後討論問題改正後開始進行正模的製作，並且去拿取廢棄課桌椅來進行製作並且講買鐵件來加強各部分牢固性，部分鐵件因為規格上的不同所以只好自行講買鐵件來切割，正模尺寸為高 190cm×寬 40cm，收合後厚度為 30cm；使用 4 分螺旋鋼軸來當作踏板轉軸。

(表 6 製作過程)




	
<p>分螺旋鋼軸切割後</p>	<p>製作 30cm×25cm 踏板</p>
	
<p>製作榫接中的軸心</p>	<p>將柱、踏板、鋼軸組裝</p>



圖 4-1 合梯單邊組合後半邊成品(比例 1:1，合板與廢棄桌椅製作)

在實體製作單邊完成後，我們對作品進行載重測試，為測試作品所找的四為不同體重身高以及舒適感，如表 7:

(表 7 載重測試)

	身高	體重	舒適感
1 號同學	172	63	70
2 號同學	163	68	85
3 號同學	170	60	72
4 號同學	167	70	83

製作好後由於在作品展開後測試載重重量，缺點是在測試作品載重時，因為重心的不穩，使得作品兩端卡榫部分承受過於大的載重使得作品另一邊損毀，在經過這次教訓後組員們討論了如何補救作品以及在補救後如何加強作品的強度，我們決定要講買鋼片回來自行裁切，主要是因為作品卡榫尺寸較小在市面很難找找到了又貴只好自己進行裁切。

(表 8 斷裂)

		
斷裂卡榫圖	卡榫斷裂圖	卡榫踏板斷裂

(可以看見梯子位於卡榫部分因為重量以及態系無法承受重量而斷裂)

(五)正模改進

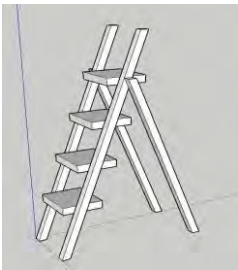
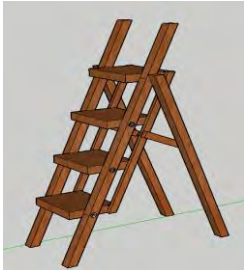
由於以上的關係，我們與老師同學討論，所以我們決定在改造這個作品，把它改成類似人自梯的樣子，功能不變重量變輕更好收納。

(表 9 實體組裝)

		
<p>裝 L 型鐵</p>	<p>加裝支撐架</p>	<p>另一邊支撐架</p>

為了讓腳可以更固定不會再因為重量太重而斷掉，加裝支撐架是為了可以固定梯子的斜度不會應為人踩下去而跑掉角度。

(表 10 電腦 3D 繪圖)

	
<p>初模</p>	<p>正模</p>

(表 10)使用 3D 電腦繪圖，所繪製出的 3D 模型



圖 5-1 完成品 圖 5-2 完成品

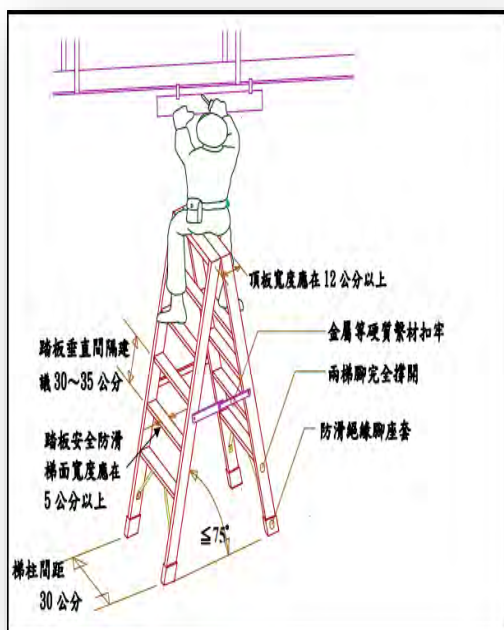
圖 5-1、5-2 為梯子組裝後，展開的前後側視圖

伍、研究結果

一、設計特色

(一) 客製化

在市面上的梯子種類繁多，但是如果要結合床、椅等多功能的躺椅幾乎找不到，所以我們決定要製作設計出一個符合法規，且結合了床、椅等具有其他功能的梯子，再看過合梯法規後，符合法規規格來製作。



(圖 6-1 法規)

1. 合梯應具有堅固之構造，其材質不得有顯著之損傷、腐蝕等。
2. 合梯適用於高度 2 公尺以下作業使用，兩梯腳間應有金屬等硬質繫材扣牢，並應有安全防滑梯面之踏板。
3. 梯柱間距最小淨寬度應在 30 公分以上。
4. 合梯兩梯腳完全撐開時，梯腳與地面之角度應在 75 度(4:1 之比)以內。
5. 合梯在全開時踏板之垂直間隔建議為 30 公分~35 公分，踏板安全防滑梯面寬度應在 5 公分以上，合梯頂板寬度應在 12 公分以上。
6. 使用木板、鐵管等材料製成之合梯，因無安全之防滑梯面，兩梯腳間又常未以金屬等硬質繫材扣牢，易發生傾倒，故不可採用此類型合梯。
7. 合梯不得當作二工作面之上下設備使用，並應禁止勞工站立於頂板上作業，以避免發生傾倒墜落災害。
8. 作業高度在 2 公尺以上時，依法規應搭設施工架、設置工作臺或使用高空工作車。

(圖 6-2 法規文字)

(二) 機動性

在工作時師傅可能小型工具攜帶在身上，這樣在爬梯子時可能會妨礙到，所以我們在梯子展開後前端設計一個能夠讓師傅吊掛小型工具以及油漆桶吊掛版，並且在踏板部分使用連動方式，使師傅展開梯子後更好攀爬，由於因為材料部分的原因無法使用金屬材質製造，希望以後能夠以金屬材質進行製造，減輕重量提升機動性以及始作品更加耐用堅固。

(三) 功能設計

在收集整合市面上所看到的合梯優缺點整合後，我們在以符合法規規範尺度下，將踏板深度加深讓師傅更好踩踏，並且將踏板採用連動式機關更好收合，為了使師傅在梯子上作業時更加方便在樓梯前端加裝吊掛版，讓師傅可以放一些工具減輕身上的負重，加快工作速度，在梯子的另一面設計腳架，始梯子能夠在收合後能夠讓師傅們休息，並且參考人體工學來讓師傅有更好的休息。

陸、討論

一、問題探討

Q:鑽洞和打釘子時木材常從開口處爆裂？

A:乾燥的木材受集中施力時易產生劈裂造成材料損壞而使強度大減；應先將施工部位濕潤再開始作業，才能增加劈裂強度防止材料破裂。

Q:展開躺平後踏板上下不平？

A:在踏板主裝前，先標記編號並且在踏板與腳才中間的軸上加裝墊片，始踏板更加容易控制，並在連動機關上進行改良，始組合後的踏板保持水平。

Q:在軸心上為何選擇長軸心，而不選擇單邊軸心？

A:在軸心上使用裝單邊軸心雖然能夠加快製作完成後的主裝速度，但在軸心受力後無法支撐住壓力而斷裂，所以使用長軸心來增加力量，並加快使踏板在收合時的數度。

柒、結論

在經過幾個月的努力付出以及多次的與組員討論，本團隊雖然未能將原本構思的作品「席梯而眠」完成，但在最後把新的想法加入進去進而改造成功，卻也學到了在作品完成時不該直接測試，因在經過評估與討論後將作品的缺點進行改進。

經過作品討論後我們整理出了作品的優缺點：

一、優點



圖 7-1 作品完成

- (一)由於使用木材進行製作而成較具有環保特質。
- (二)在收起後可以直接將梯子帶著走。
- (三)再展開後可以當作床、椅子、餐桌、擺放工具的小桌子。
- (四)展開後的長、寬、高等尺寸都相當接近人體工學的尺寸。

二、缺點以及改善方法

- (一)在耐久上比鋁、鐵製等樓梯較短，對環境影響小，在未來設計上將會讓梯子的使用方式在更加簡單。
- (二)踏板鑽孔有誤差，踏板在轉動時會有卡住的現象。
- (三)作品的重量有點重，需要改善。
- (四)在作品完成後一定要先進行評估，評估好了可以測試再進行測試。

捌、參考資料及其他

壹、中文部分

【愈睡愈成功】

作者：雅莉安娜·赫芬頓譯者：洪慧芳 (2016)•臺北市：業週刊。

【手作木工基礎 BOOK】

作者：寶島社編輯部譯者：蔡沐晨 (2016)•新北市：台灣廣廈。

【圖解日式榫接】

作者：大工道具研究會譯者：林書嫻(2016)•臺北市；易博士出版社

貳、網路資料

一、法規

【合梯法規】

移動梯及合梯作業安全檢查重點及注意事項取自 2016 年 11 月 01 日

<http://bit.ly/2zenYhF>

二、參考

【人體工學】

人體工學取自 2016 年 11 月 01 日

<http://bit.ly/2zejPdS>

【圖片】

躺椅圖片取自 2016 年 11 月 01 日

<http://bit.ly/2y9AAJe>

【圖片】

人字梯圖片取自 2018 年 3 月 5 日

<http://www.north-sea.com.tw/product-detail-1432129.html>

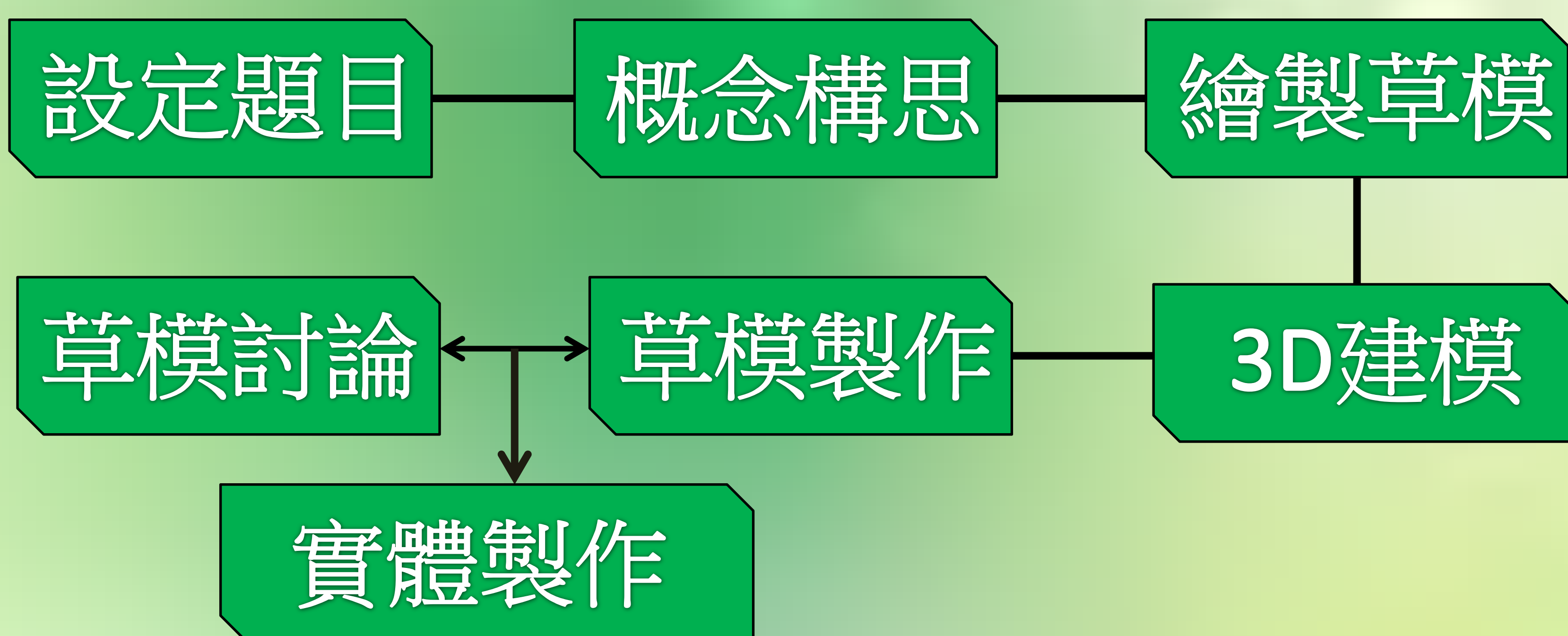
【評語】 052403

本作品使用學校廢棄課桌椅為材料製作，達到「復活再生利用」，使課桌椅有新的生命。設計一個能夠提供師傅施工方便的梯子且具有可供休息時坐、臥使用的功能，「不占空間」、「簡單收納」。作品具創意，且有實作成品，可對結構及材料的力學行為作深入分析，會更具科學性。

壹、研究動機及目的

在一定高度作業時，必須具備「梯子」這樣工具，所以我們以梯子做為發想設計出「席梯而眠」，在中午休時常看到工人都是直接坐在地板上或是直接躺在地上休息，這樣既不衛生也無法給予工人適當的休息，所以我們結合了長椅以及床的概念，讓梯子不只可作為工作上的工具還能讓人躺、坐。

貳、研究過程



參、研究歷程及說明

一、設計說明

(一) 客製化

一般市面上梯子都是只有單一的一種功能而已，所以我們就設計了能有更多功能，且適合所有行業的梯子。

(三) 結構設計

梯子使用合板、角材、回收課桌椅製作，在角柱使用且堅硬的角材，在踏板使用堅硬的回收課桌椅製作，合板使用在需要具有彈性的機關上，並且符合法規規範。

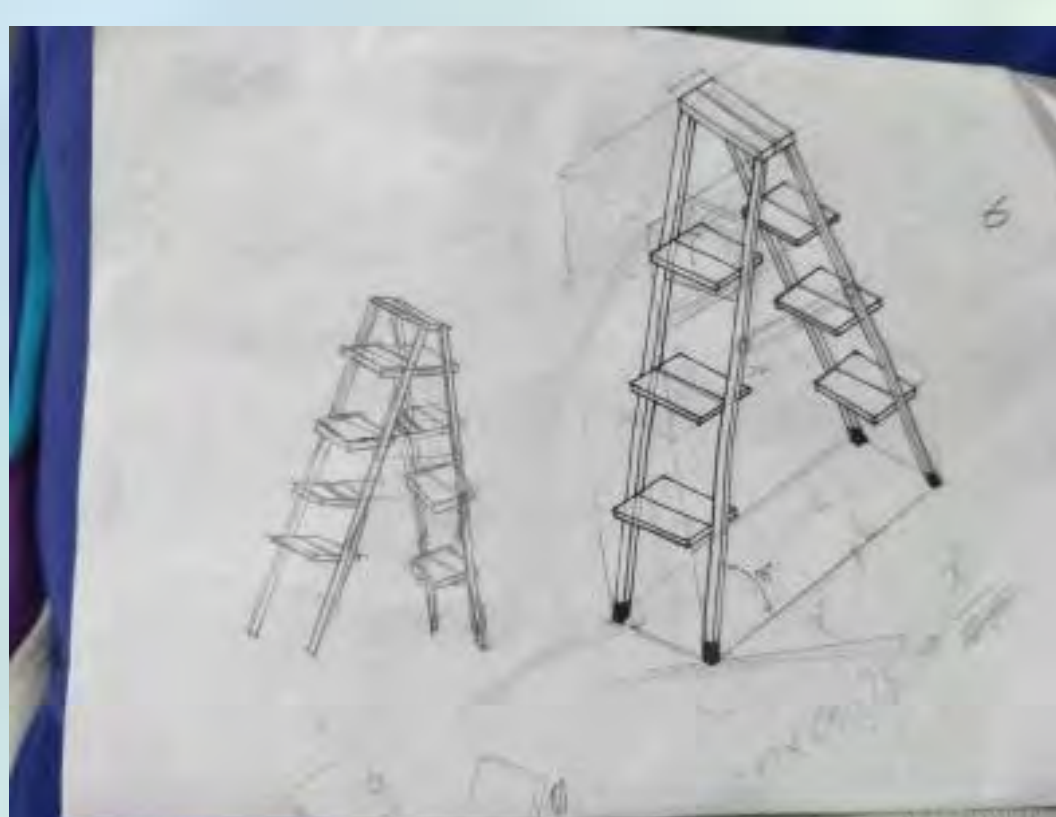
(二) 機動性

為了使梯子的機動性提升，使用連動機關，讓工人在將梯子收闔後能夠快速地搬動。

(四) 功能設計

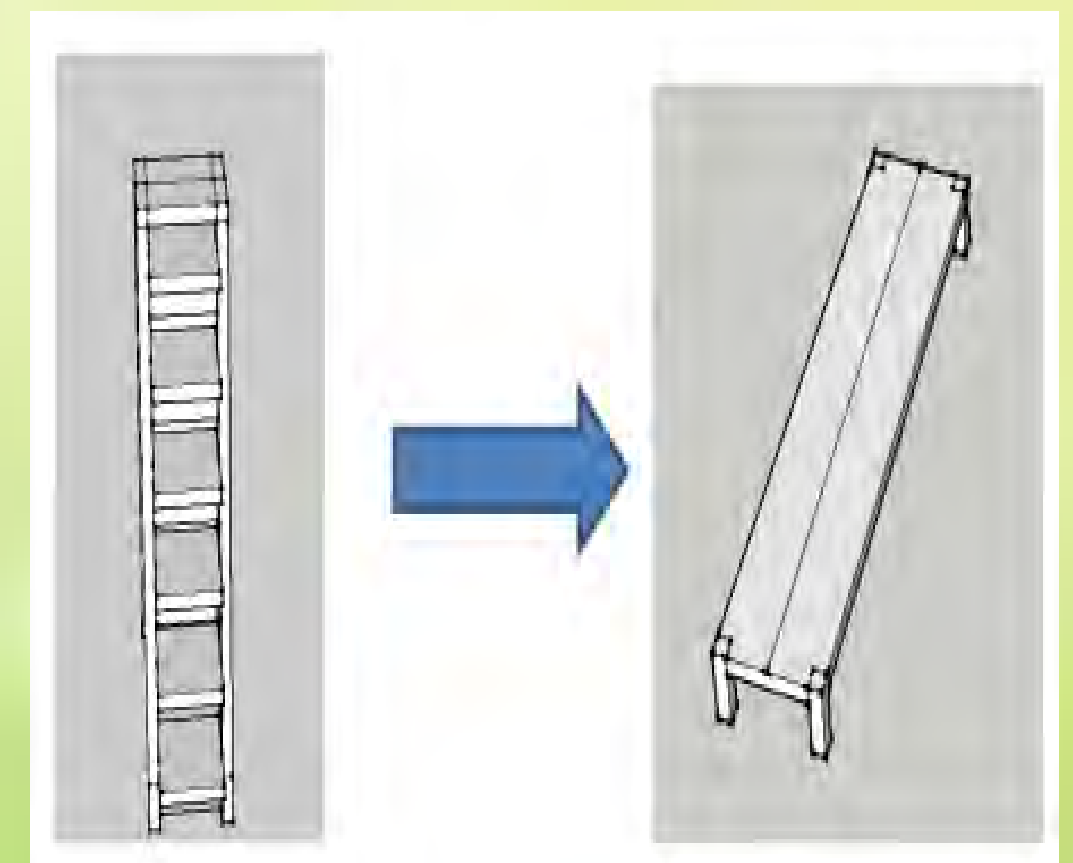
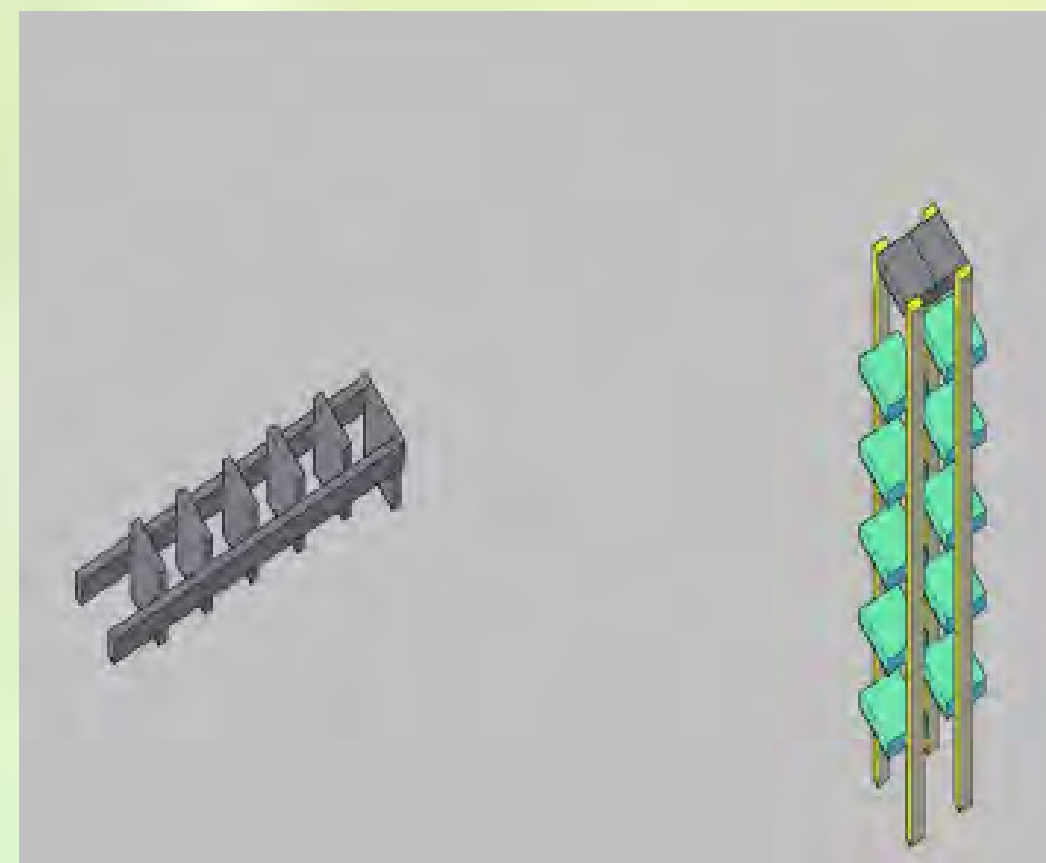
將踏板加深踩踏更加容易，在收闔後踏板成水平，在角柱上加裝短角柱，收闔後將短腳柱打開能夠當床、椅子使用。

二、設計圖



手繪圖

3D建模



三、製作模型

為了避免實體跟設計圖會有誤差或缺失，我們製作了兩個模型來了解可能發生的問題。



肆、實體制作

模型製作完以後開始製作實體，以及實體的作品修改



踏板角柱制作



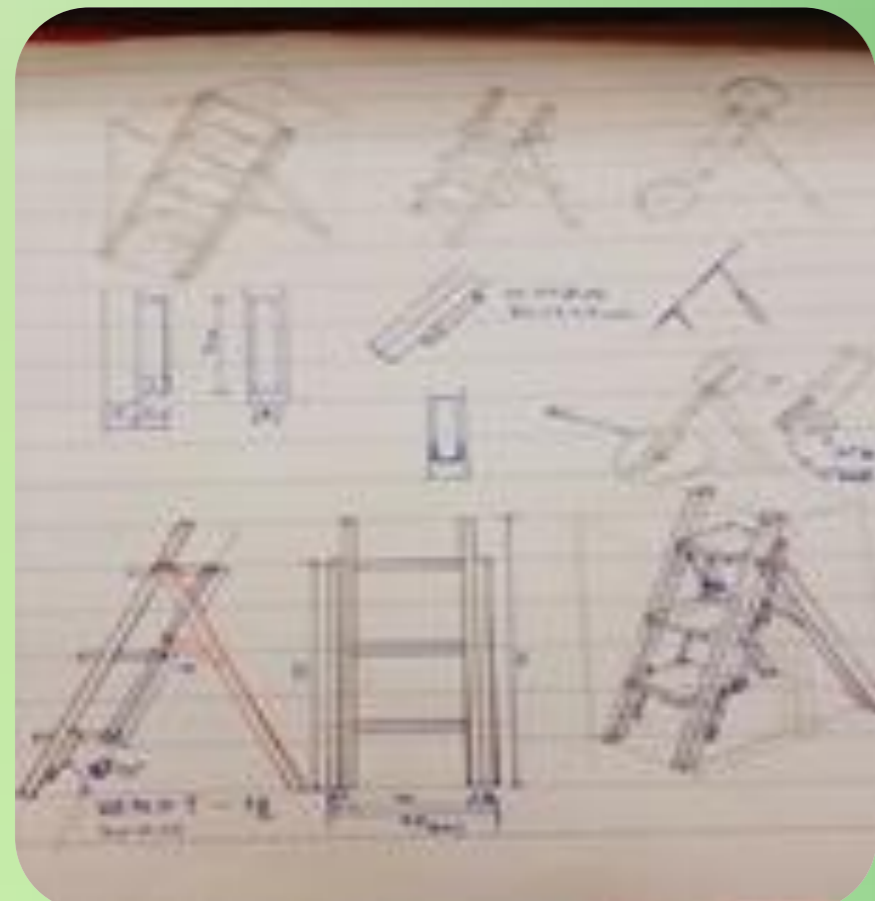
鋼件零件切割



零件組裝



實體組裝



設計修改



3D模擬



實體組裝



角柱補加強

伍、材料介紹

我們使用角材、合板、以及學校的廢棄課桌椅來進行製作。



實木角材

合成板材



廢棄課桌椅

我們對所使用的角材，進行力學上的查詢。

材料種類	斷面尺寸 (cm)	二次慣性矩 I (cm ⁴)	斷面模數 S (cm ³)	容許抗彎應力 F_b (kg/cm ²)	容許抗壓應力 F_c (kg/cm ²)	彈性模數 E (kg/cm ²)
杉木板	1.5	0.28	0.38	160	120	7×10^4
夾板	1.5	0.28	0.38	160	120	7×10^4
柳安角材	3.6x4.5	27.34	12.15	160	120	7×10^4
柳安角材	6x6	108.00	36.00	160	120	7×10^4
鋼管支撐	f4.86x0.24	9.319	3.83	2,000	2,000	2.1×10^6

陸、使用工具

手動工具：夾具、鐵鎚、螺絲、砂紙、刨刀、銼刀、手鋸、鑿刀、鉗子、畫線刀、美工刀、大小角尺、捲尺、螺絲起子等。

電動工具：大小型輪鋸機、固定式電鑽、手持式電鑽、固定式電鋸機、砂紙機、刨削機、電動手鋸等。



手動工具



電動工具

柒、作品使用與操作

這就是我們的梯子作品，與一般市面梯子在设计方面以及功能性有許多的不同，這作品並非針對一定的行業，而是以能夠讓工人及家庭所以使用。



實體完成圖



攀爬



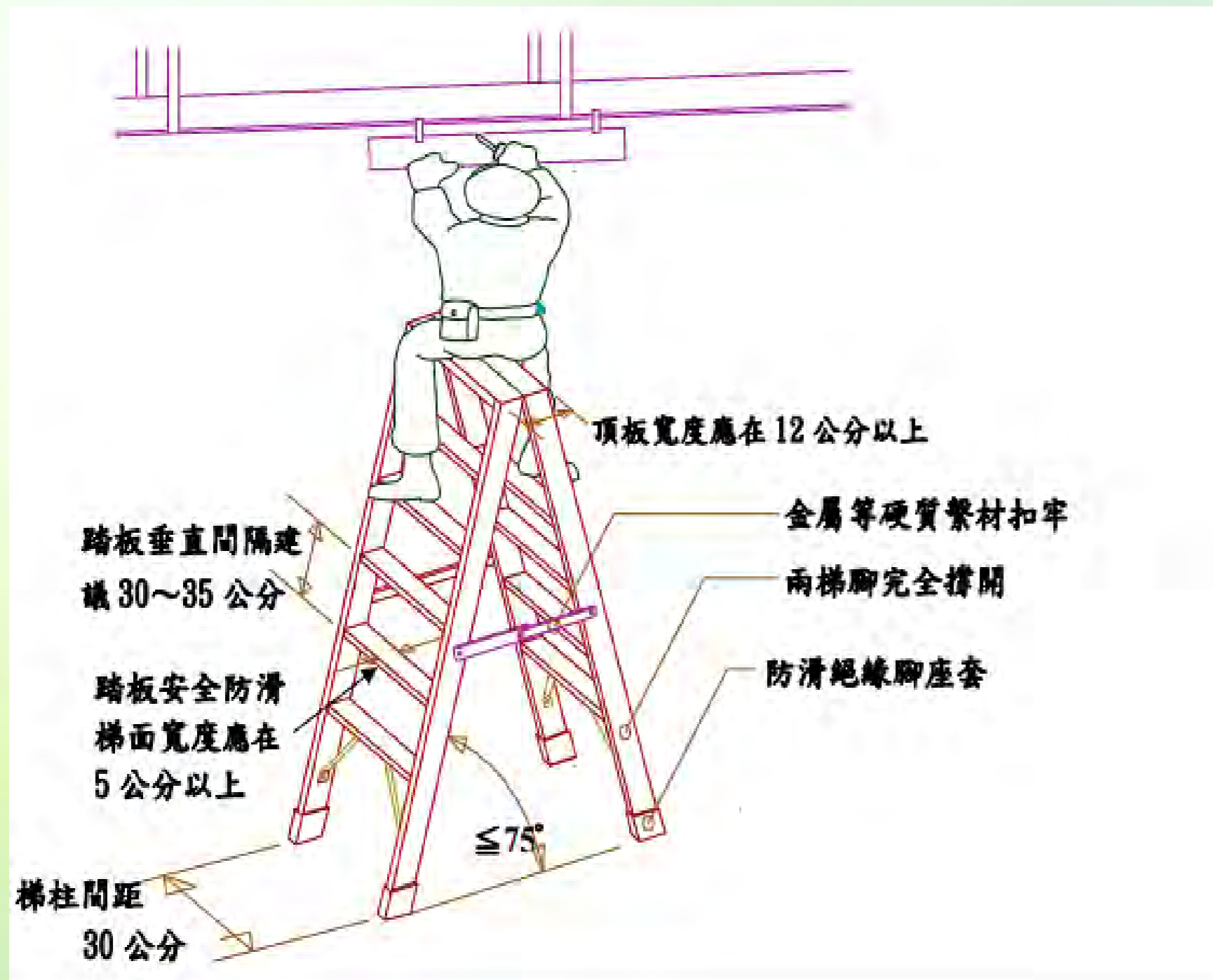
收合



平躺

捌、研究結果

在市面上的梯子種類繁多，但是如果結合床、椅等多功能的躺椅幾乎找不到，所以我們決定要製作設計出一個符合法規，且結合了床、椅等具有其他功能的梯子，再看過合梯法規後，符合法規規格來製作。



- 1.合梯應具有堅固之構造，其材質不得有顯著之損傷、腐蝕等。
- 2.合梯適用於高度 2 公尺以下作業使用，兩梯腳間應有金屬等硬質繫材扣牢，並應有安全防滑梯面之踏板。
- 3.梯柱間距最小淨寬度應在 30 公分以上。
- 4.合梯兩梯腳完全撐開時，梯腳與地面之角度應在 75 度(4:1 之比)以內。
- 5.合梯在全開時踏板之垂直間隔建議為 30 公分~35 公分，踏板安全防滑梯面寬度應在 5 公分以上，合梯頂板寬度應在 12 公分以上。
- 6.使用木板、鐵管等材料製成之合梯，因無安全之防滑梯面，兩梯腳間又常未以金屬等硬質繫材扣牢，易發生傾倒，故不可採用此類型合梯。
- 7.合梯不得當作二工作面之上下設備使用，並應禁止勞工站立於頂板上作業，以避免發生傾倒墜落災害。
- 8.作業高度在 2 公尺以上時，依法規應搭設施工架、設置工作臺或使用高空工作車。

玖、討論

Q:鑽洞以及打釘時，木材常從開口處破裂?

A:乾燥的木材受集中施力時易產生劈裂造成損壞使得強度大減，應先濕潤工作部位在開始作業，方能增加劈裂強度防止材料破裂。

Q:展開後的木板上下不平?

A:在踏板主裝前，先標記編號並且在踏板與腳才中間的軸上加裝墊片，始踏板更加容易控制，並在連動機關上進行改良，始組合後的踏板保持水平。

拾、結論

在經過幾個月的努力付出以及多次的與組員討論，本團隊雖然未能將原本構思的作品「席梯而眠」完成，但在最後把新的想法加入進去進而改造成功，卻也學到了在作品完成時不該直接測試，因在經過評估與討論後將作品的缺點進行改進。

