中華民國第42屆中小學科學展覽會

::: 作品說明書 :::

高職組-電子

科　別: 電子電機科

組　別:　高 職 組

作品名稱: 土石流預警器

關 鍵 詞: 土石流 、 偵 測 、 警 告

編　號:091007

學校名稱：

國立泰山高級中學

作者姓名：

李允中、丁偉倫、蔡明祐、陳俊瑋

指導老師：

陳煥文、張新坤

土石流預警器

一、摘要:

設計出一套可以精密偵測到土石流的產生，並且可以馬上發出警報的系統，使人們得以安全脫離，不用再害怕土石流了。

二、研究動機：

最近幾年來常常看到只要有豪大雨或地震發生的時候，就會引起土石流的發生，使人們一聽到土石流這個名詞，就會感到害怕，因為它發生的時候，人們並不能阻止它；但是卻可以及時逃跑的，所以我們研發出一些方法，能夠偵測出土石流的發生，並能夠立刻通知人們應儘速離開的設備，使災害降到最低。且不再讓台灣人民，飽受土石流之痛。

三、研究目的：

大雨的發生，相對著預告山區的土石流即將暴發，每次災害總是帶走了許多無辜的生命，所以這次我們科展製作群，想出了這個能有效預先提醒會遭到土石流沖擊的地區，使他們能事先逃離。

四、研究設備及器材:

電源供給器	示波器	變壓器	數位電表	三用電表
訊號產生器	反射鏡片	邏輯筆	電腦	橋式整流器
可變電阻器	繼電器	數位 IC	陶瓷電容器	電解電容器
單蕊線	多蕊線	裸銅線	蜂鳴器	固定電阻器

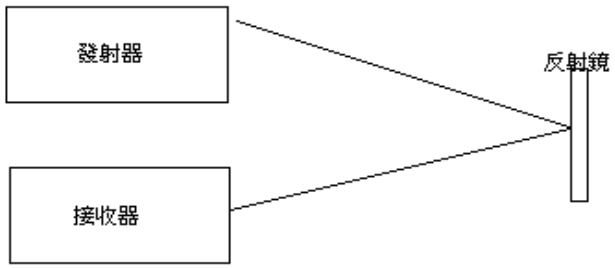
五、研究的過程以及方法:

(一) 我們有一個光線發射器，而且這個發射器的光線不受到陽光的影響而改變，所以我們想要用紅外線或雷射筆等等的光線發射器來做實驗，之後我們發現"雷射筆"的光線較不易分散，所以我們決定用"雷射發射器"做出我們所需的一道光線。

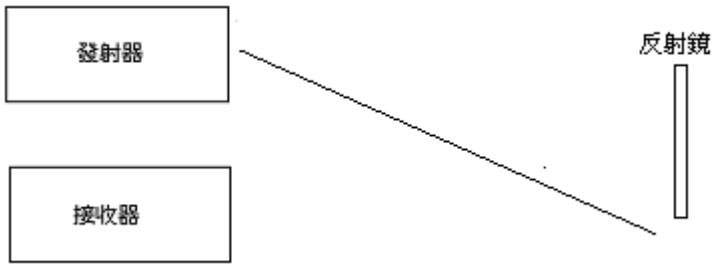
(二) 再來必須要有一個光線接收器，而且這個接收器必須不受白天或夜晚的亮度來干擾，所以使用"紅外線接收器"來做為接收器，並將紅外線接收器的周圍用不透光的筆套套起來，只留下一個孔，可以接收到雷射發射器所發出，經由平面鏡所反射回來的光線。

(三) 我們需要有一個可以將發射出去的光線反射回來的東西，所以想到了可以用"平面鏡"來作，因為"平面鏡"可以讓我們的光線筆直的反射到接收器。

(未受到土石流的擠壓)



(受到土石流的壓擠)

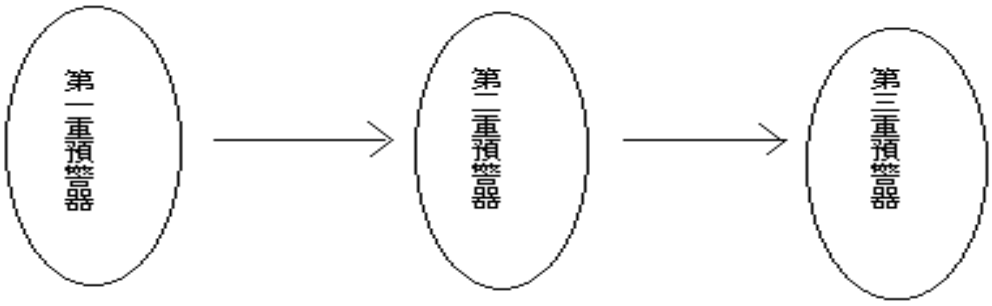


(四) 而這個光線接收器必須在正常接收到雷射發射器所發出，經由平面鏡所反射回來的光線時，處於正常的預警狀態，而當平面鏡無法準確的將光線反射回接收器的時候(山坡有移動的時候)，接收器必須發出警報聲來通知居民(實驗模型用蜂鳴器來替代警報器)

(五) 我們要設計出一個二度警戒的預警器，而這個預警器必須在受到土石流的擠壓後發出廣播(為了防止預警器和土石一起流動，所以必須將預警器的支柱打到一定的深度，讓預警器不會和土石一起流走)，所以使用"微動開關"來做為這個二度預警器，並且讓微動開關不受到任何東西擠壓時，處於正常預警狀態，而當微動開關受到土石流的擠壓時，接通廣播系統，使預警器發出廣播，通知居民應立刻疏散。

(六) 最後必須在山下的"擋土牆"區，裝製一個"高度預警器"也就是當土石流已經流動到擋土牆時，能擠壓到這個預警器，使這個預警器能自動播電話去災難處理中心(必須能自動重播的電話)，通知災難處理中心的人員前來支援。

(七) 所以我們一樣用"微動開關"來做為高度預警器的接收器，而先在一隻電話裡面輸入災難處理中心的電話，當預警器受到土石流的擠壓後，接收器便可以立刻導通話筒，使電話自動重播，通知災難處理中心的人員前來支援。



(八)模擬過程之照片:

(架構第三重預警器)

(拍攝模擬過程)

(拍攝模擬過程)

(拍攝模擬過程)

(架構第一重預警器)

(找尋反射點)

(找尋反射點)

(找尋反射點)

(拍攝模擬過程)

(拍攝模擬過程)

(九)第一重預警器:

(十)第二重預警器:

(未受到土石的擠壓)

(受到土石的擠壓)

(十一)第三重預警器:

(未受到土石的擠壓)

(未受到土石的擠壓)

(受到土石的擠壓)

(受到土石的擠壓)

(十二)所模擬的距離:

(所模擬的距離為 13m)

(所模擬的距離為 13m)

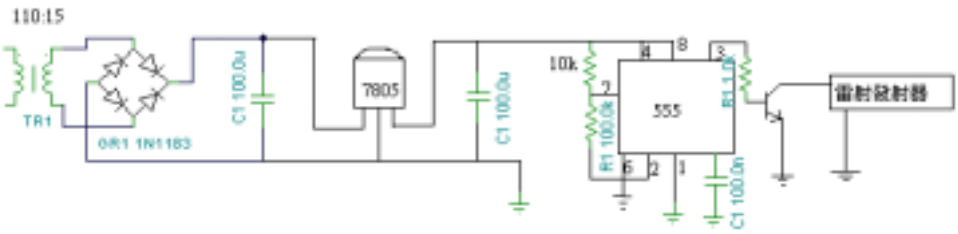
(所模擬的距離為 13m)

(所模擬的距離為 13m)

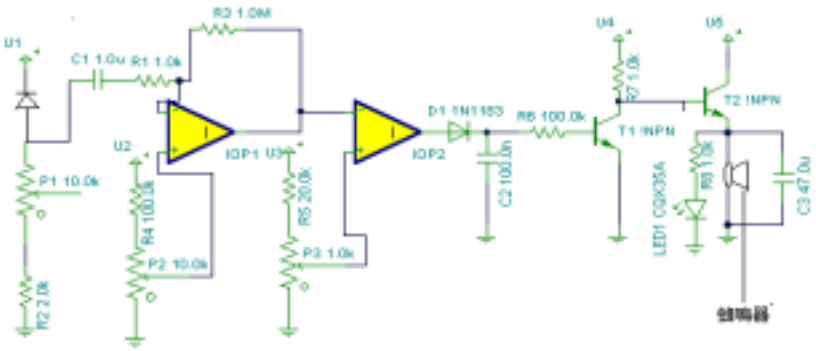
(十三)土石流現場:

(十四)電路圖:

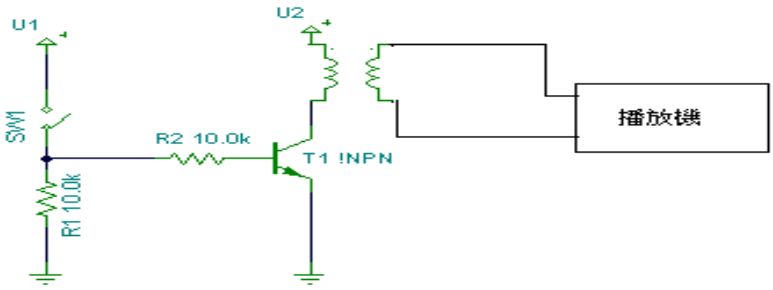
雷射發射器



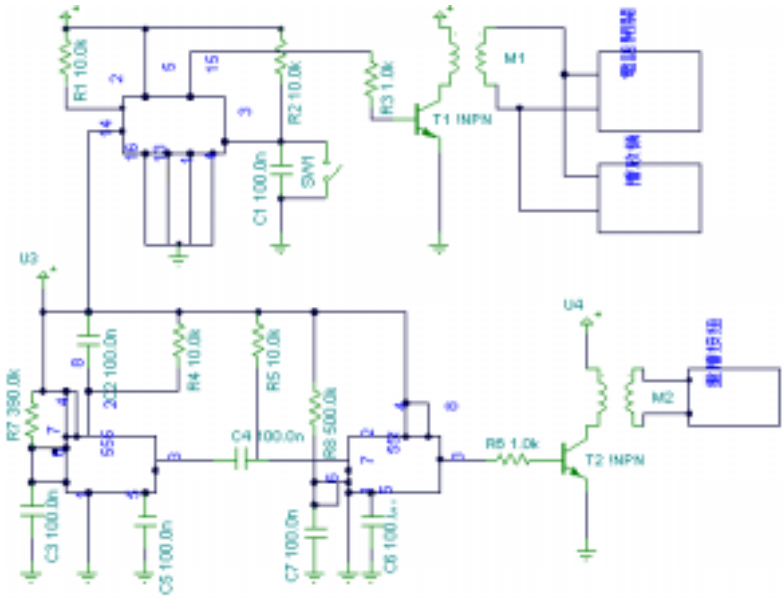
接收器



第二重預警器

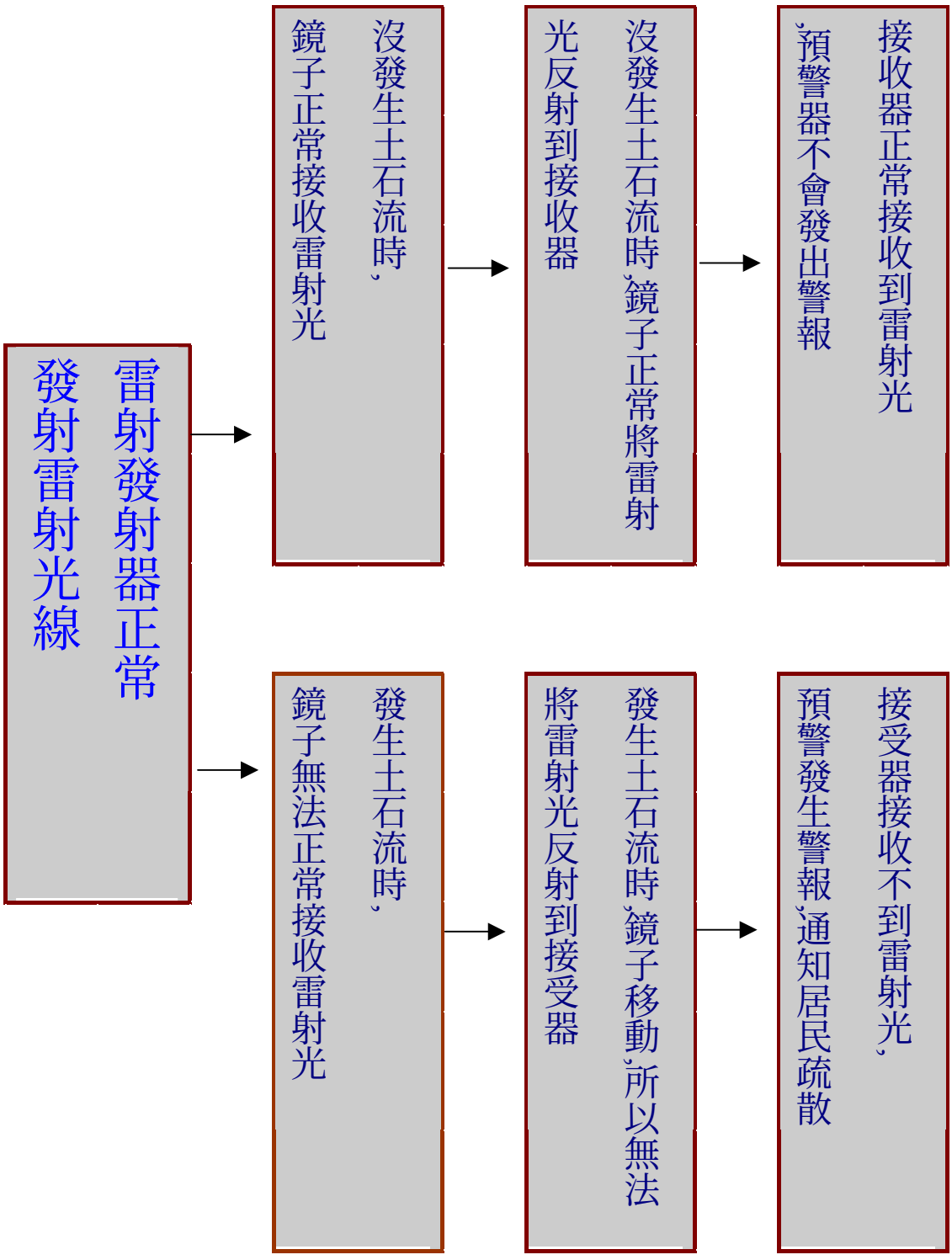


第三重預警器

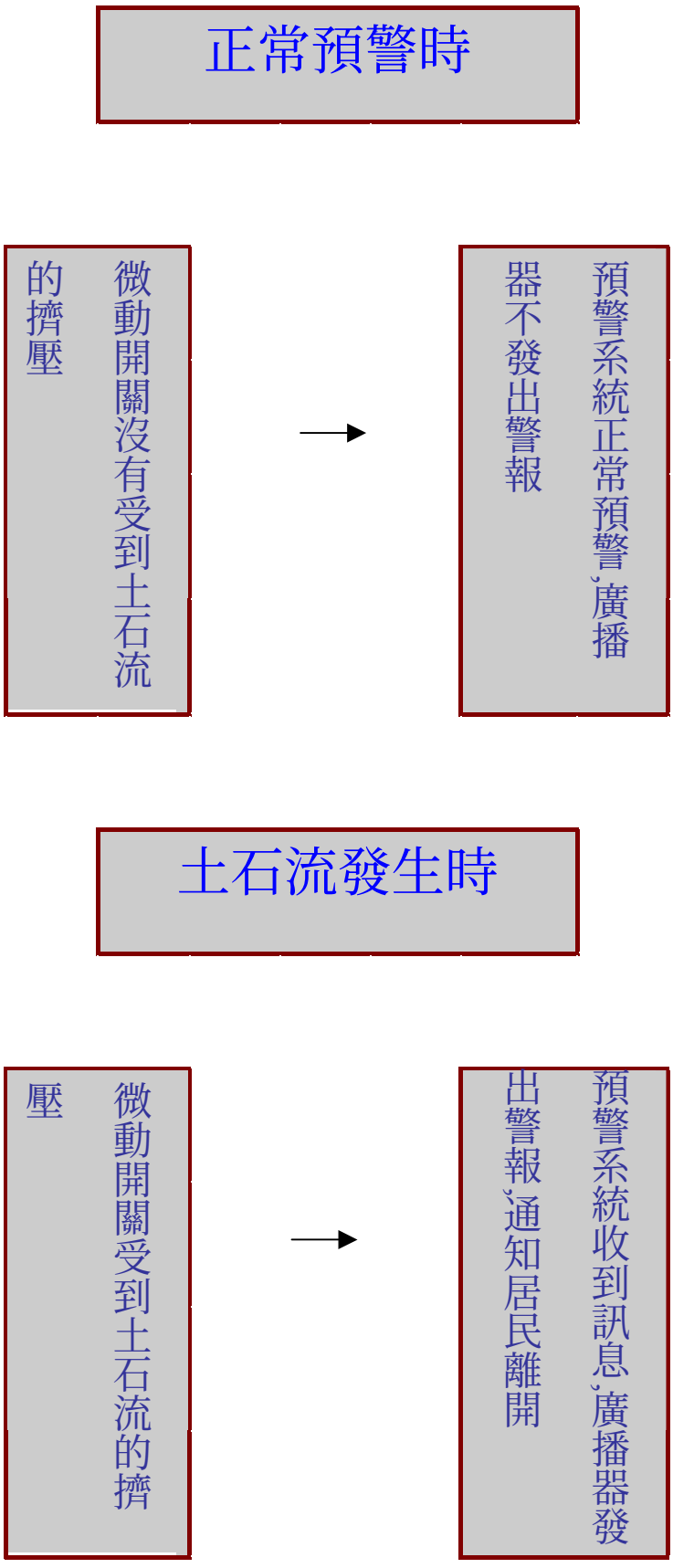


六、研究結果：

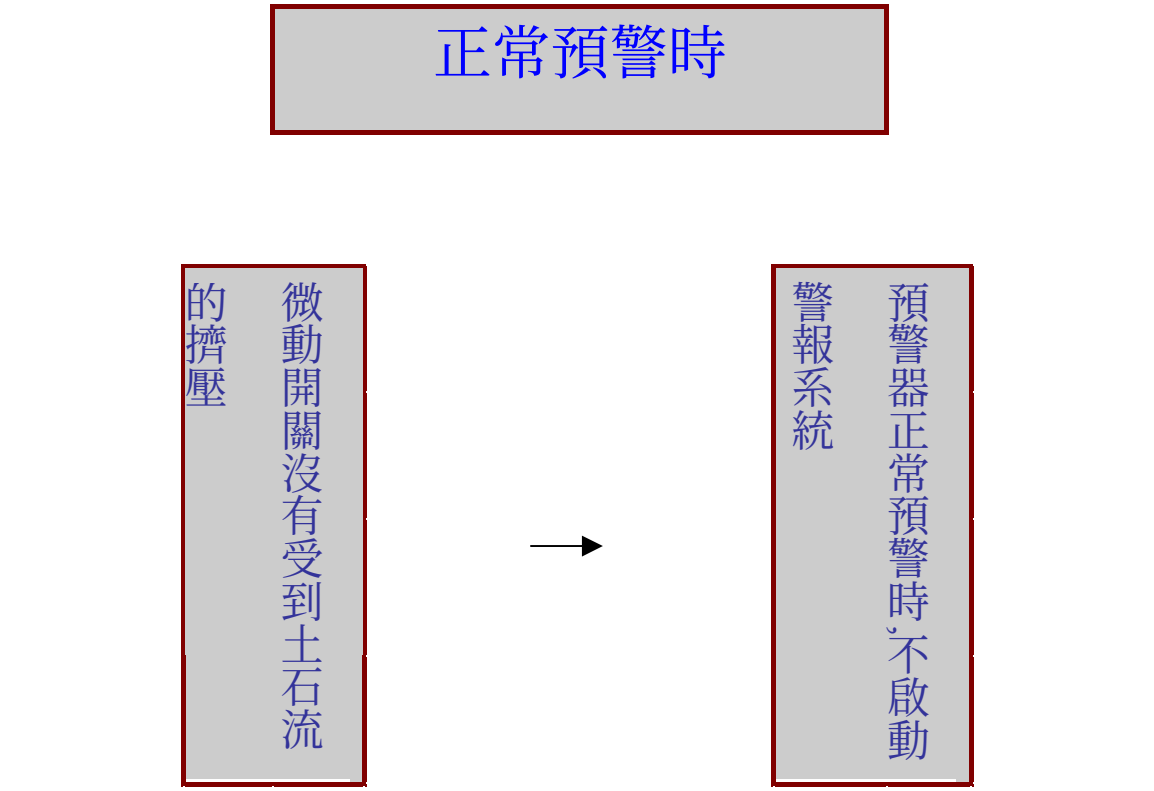
(1)第一重預警器



(2) 第二重預警器


正常預警時
微動開關沒有受到土石流的擠壓
預警系統正常預警，廣播器不發出警報
土石流發生時
微動開關受到土石流的擠壓
預警系統收到訊息，廣播器發出警報，通知居民離開

(3)第三重預警器


正常預警時
微動開關沒有受到土石流的擠壓
預警器正常預警時，不啟動警報系統
土石流發生時
微動開關受到土石流的擠壓
預警器收到訊息，啟動警報系統
啟動電話撥號開關
自動重撥電話號碼
通知緊急救難中心人員前來支援

七、討論:

我們在做研究的時候，所研究出來的東西可以經過一再的改良，使這些設備可以達到更高的準確率，進而增加儀器的可靠性，所以我們可以繼續研究下去，讓儀器進步到更好、更有效率、也更有可靠度。

問題:

一、 為什麼要用雷射光？

因為雷射光比較不會發散掉，可以傳送到較遠的地方。

二、 雷射光遇到下雨或濃霧時要怎麼辦？

如果遇到下雨時，是不會對預警器造成影響的。

(因為我們採用高頻率閃爍發射器)

如果是濃霧，必須達到非常高的濃度，才會影響我們的預警器，

可是在台灣來講，要產生到這麼高的濃霧是微乎其微的，而且產生這種濃霧時並不會下雨，因而發生土石流是極不可能的！所以一般的濃霧並不會影響預警系統！

三、 這個預警器是否有人做過？

這個預警器是現今都沒有的，所以我們才會這樣設計。

四、 政府現今也有這樣的設備嗎？

現今政府是有土石流的預警器，可是跟我們所做的是完全不一樣的。

政府所做的是雨量偵測和監控系統，並無法達到準確的預警效果！

而我們所做的為三層預警系統：

(一) 雷射發射接收系統：

沒有發生土石流時，可以正常發射和接收雷射光線

當發生土石流時，可以準確偵測到土石流的發生

(二) 廣播疏散系統：

沒有發生土石流時，處於預警狀態

當發生土石流時，可以即時廣播通知居民疏散

(三) 自動播號救援系統：

沒有發生土石流時，處於正常預警狀態

當發生土石流時，可以自動播號至救援單位

通知救難人員，即時趕來搶救

五、 是否可適用於所有地形？

適合所有地形

六、　如果有鳥群飛過，警報器會不會失去原來的作用？

不會影響

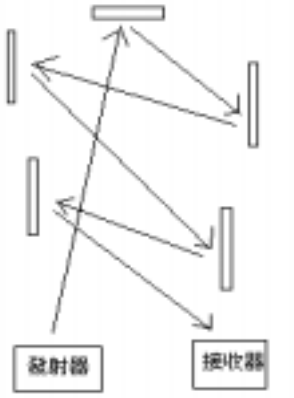
七、　假如有小動物擋到或移動鏡子時怎麼辦？

小動物擋到並不會影響預警系統

我們所要架設的反射鏡是將它固定在一支水泥柱上，再將這支柱子打入地表中，使這支柱子可以穩定不受影響，而且反射鏡不會被移動。

八、　如果土石流不是發生在特定的地點？

我們可以採用多點反射，使預警效果萬無一失！



九、　發出警報時一定是土石流嗎？

除了地震之外，一定是土石流的發生。

十、　為什麼不直接把設備放到山坡上？

因為如果把設備放到山坡上，將會造成電源的不方便提供，而且也會有較高的機率會受到別人的破壞。

十一、距離可以多遠？

我們目前所測的距離可以到達大約 50 公尺，
如果要更遠的距離可以再把接收到的訊號放大就可以了。

十二、經濟性、實用性、可靠性？

經濟性:設備的成本並不會很高，所以大部份的人都可以在自己的住家設製一組預警器。

實用性:這個預警器可以精密的測到土石流的發生，所以實用性很高。

可靠性:我們可以把這組設備的可靠性大大的提高，以達到人們可以信任它的標準。

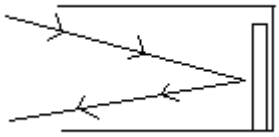
十三、如果儀器隨土石流流走了怎麼辦？

因為在儀器隨土石流流走之前，預警器已經發出了警報，所以儀器隨土石流流走並不會造成影響。

十四、鏡子如果髒了要怎麼辦？

鏡子髒了並不會並不會影響到預警效果！

(而且我們把鏡子設計成不會受到下雨的影響，



即使是颱風也不會受到影響)

十五、如果停電了預警系統會不會受到影響？

我們採用(不斷電系統)，所以可以讓預警器正常工作，不會受到停電的影響！

八、結論：

如果我們能夠將防護設施做到最精密，最靈敏的程度，我們重能夠更準確地知道土石流的動向及情況，所以我們必須將儀器研究到最精密最靈敏的程度，讓我們不需要去害怕土石流。

其實在國外，土石流事件是相當罕見的，但為什麼在台灣卻造成了許許多多的悲劇，其主要原因有二:

(一)、台灣因種植經濟作物而造成水土保持嚴重破壞。

(二)、有許多不肖土石場商因為了節省成本，而到處開挖山林保育地，這不僅僅造成野生動植物的棲習地迫害，相對的也造成了土石的鬆動危機。然而人們卻不知悔改，讓石流危機無聲無息的靜靜滋長……。

九、參考資料及其他:

(1) 作者:陳宏宇/台灣大學地質學系

(2) 來源: kimo 網站/地球科學園地《地球科學文教基金會》

(3) 一九九八、六月夏季《第六期》

(4) 篇名:《土石流》

(5) 內文:

《怎樣的現象是土石流》

「土石流」是泛指土、石與水混合之後，進而產生集體運動的流動體。其中的「土」指的是砂、泥、黏土等土壤，「石」指的是岩石、礫石等獨立岩塊，「水」則是指雨水、地表水、地下水等所有水流。若粒徑小於 2mm 的地質材

料所佔百分比超過 50%時，則可稱為「泥流」；反之，則為土石流的通稱。因此，土石流的顆粒組成相當混雜，小至黏土，大至巨礫或岩塊粒徑大小不一者皆有之，也就是說，土石流的淘選度非常差。

《土石流的外觀特徵》

大抵上，土石流的地形可依其運動、堆積及侵蝕狀況，區分為「發生部」、「流動部」以及」堆積部」等三個區域。整體而言，溝谷產生土石流的發生部為碗狀或匙形，從流動部至堆積部的整體形狀則為伸長的舌狀。

發生部

[一般位於整個溝谷或河谷流域之中、上游或源頭]

發生部通常由周圍的山嶺環繞，形成只有一處出口的窪狀、匙狀或碗狀的地形。此出口處的坡度一般較陡峻，大致上多在 15˚至 50˚之間，出口處的橫剖面形狀則多為「V」字形。此外，發生部堆積的地質材料多為週遭谷壁崩坍所提供的，因此，相對的，谷壁四周的植生便顯得較稀少。

流動部

[一般位於溝谷或河谷流域的中、下游地區]

流動部橫剖面的谷形多為「U」字形，谷壁兩側的山坡相當陡峭，河床一般坡度多介於 15˚至 40˚之間，而谷壁與河床中皆可發現土石流經過時遺留下來的沖刷、淘蝕的痕跡。在流動部的河床上常可見自從河谷兩岸崩落下來的崩積土層與崖錐堆積材料。

堆積部

[多位於河谷下游的出口處]

堆積部的地形較平緩，坡度一般在 10°以下，通常為沖積扇狀的平坦地形。在溝谷內，堆積部表面與前緣多聚集有大顆粒的岩塊。

《土石流為什麼可怕》

台灣常見的土石流，主要是因為溝谷內原本已堆積崩坍岩塊、土壤等地質材料，當大雨沖刷、侵蝕溝谷時，雨水或滲流水便和已堆積的岩塊、土壤等相互混雜，然後順著溝谷的坡度向下運動。由於土石流最大的特色為：搬運能力高、破壞能力強、啟動時間快、持續時間較短，發生的速度宛如迅雷，很難事先察覺或做預防，才會變成現今人人聞之色變的重大災害。

大抵上從民國 70 年起，國內便有若干土石流引發的災害文獻記載。從這些記錄可以發現，降雨應該是引爆土石流災害的真正因子，而降雨的來源主要以颱風所來的豪雨為主，不過近一、雨年來，即使降雨的雨量不大，也能引起土石流，非常值得警惕。另外，溝谷內的地形是堆積地質材料的最佳空間──溝谷內坡度平緩、存有發達的不連續面，以及出現不同岩性的地層，以上種種都是過去引發土石流災害中曾發現的特徵。

引爆衝擊力

在土石流流動時，地質材料會彼此碰撞，粒徑越大的顆粒，由於所產生的剪切力與分散力越大，將較易集中於土石流的表面與前端，也就是說，大塊礫石多集中在土石流的頭部，並以滾動、滑動或跳躍的方式，凝聚高能量，並順著地形的坡度，快速向下滑動，即屬於一種連續性的流動形態，而且此流動體內部之地質材料在運動過程中，皆處於持續性的變形狀態。

《為什麼會發生土石流》

必要條件一：有來源提供土、石等地質材料

原本於溝谷或河谷上游之源頭就堆積了一些崩積土石，溝谷內河床上也會堆積鬆散土層。下雨時，因為雨水滲入，使原本已堆積的土石地質材料達到飽和，進而產生流動體的運動，形成土石流。

土石流從上游往下游，會順著地形坡度流動，並以直線運動的方式往前推進，一面侵蝕洱床基盤。另一方面，由於溝谷兩側具有發達不連續面的岩石邊坡，坡內的岩石已成高度破碎狀。當溝谷兩側岩石受到豪雨的侵蝕、浸潤，山坡內的岩石便會因水壓力的作用而崩坍（即山崩，詳見本期的《山崩》一文）。如果遇上土石流沖刷、淘蝕溝谷兩側谷壁時，崩塌下來的破碎岩石便會間接增加土石流的土石方量。

必要條件二：地形有適當的坡度

坡度是指地表面的傾斜狀況，如果地表面有傾斜角度，表示此地形具有坡度，便可提供土石流往下沖刷的動力，坡度越大，當然整個沖蝕的動力便越大，一般土石流流動中溪床的坡度大都分布在 15˚以上。

必要條件三：有充分水量

如前所述，土石流為流動體，流動體中最主要的動力來源就是水流，也就是降雨。當雨水落入地面，雨水便會沖刷、侵蝕地表覆蓋的地質材料，使表面覆蓋土層因沖蝕而順著坡度往下流入低凹之處。

當雨水較大時，也會滲入地表，弱化山坡岩層的力學強度，並會順著山坡內的不連續面產生側向水壓力以及上舉水壓力，使山坡在承受雙重水壓力之下產生崩移、破壞。而山坡容易產生破壞的地質環境包括順向坡、楔形坡、落石坡、翻覆坡以及崩積土坡等幾種，這些都是溝谷兩側谷壁最易形成山崩的山坡。

綜合上述兩種現象，雨水不僅同時飽和了堆積溝谷的的土石地質材料，過量的地下水或滲流水也會順著溝谷中基盤底下的不連續面往上浮出，當整個浮出的水量大到足以抬升整個堆積的土石時，所有堆積體便會開始順著地形坡度向下流動、滑移。就是這樣經過雨水的催化，土石流也就這麼一觸即發了。

條件四：各種地質材料的穩定性

包括溝谷兩側谷壁的穩定性，以及溝谷中堆積地質材料的穩定性。

《做好整治工作》

目前，整治方面的工作主要是以工程施作為主，防災工作則可以從建立觀測系統來著手進行。此外，山嶺間多種植樹林，利用樹種之根、莖、樹葉來涵養水源，可避免集水區內地表沖蝕及溝谷間坍方等情形出現，這也是間接防止土石流的防災方法。

工程防治方面

土石流的工程防治工作，通常因上游、中游以及下游的運動及堆積形態不同，而有不一樣的防治工作。

上游地區

[採用抑制工法，使用的方法包括潛壩、固床工及護坡等方式]

儘量抑制溝谷的河床上與溝谷兩側的谷壁受到切蝕及側蝕作用，讓上游發生部減少堆積的地質材料，進而無法提供產生土石流的土石材料。

●護坡措施可以減少溝谷谷壁的切蝕作用。

中游地區

[採用攔阻工法，使用的方法包括使用梳子壩或攔砂壩等方式]

由於土石流在流動過程中，前端的巨大石塊破壞力很大，並強烈地沖刷溪床，此法將可使流動的土石減少直接衝擊溝谷。

●攔砂壩可以蓄積沖蝕的土石。

下游地區

[採用疏濬工法，使用的方法包括渠道或導流堤等方式]

土石流從上游至下游所攜帶的土石方量相當龐大，此法可誘導龐大的土石流沿著通暢可宣洩的方向流動，以避免發生災害。

●渠道可以加強疏濬的功能。

建立觀測系統

觀測系統包括了雨量指標以及土石流動指標兩種。

雨量指標需要以當地的雨量記錄為參考依據，再配合現地的地質環境狀況，來建立雨量基準的警戒值。

土石流動指標則包括了現地土石震動或位移的參考數據，同樣配合現地地質環境狀況，來建立土石流動基準的警戒值。

上述二種指標得到充足的資訊參考之後，才再進一步建立地區的預警系統，而預警系統成功與否，除了須考慮其系統本身的設計是否完善之外，最重要的，仍須作好民眾的宣導工作，以及完善的疏散措施，才能達到最大的效益。

作好國土利用規劃

目前山坡地或其鄰近區域現階段的開發建設，都需要經過學者、專家們完整的評估考量，確定開發不會影響當地地質環境、生態、自然景觀、經濟、觀光等之後，才准許開發居住。

但是，常有少數沒有遵循這些法律規章，處處濫砍、濫伐、恣意變更土地利用之名目，使得山坡中水土保持不良的情形持續惡化，山體內的水土流失更為嚴重，才埋下土石流災害的惡因。

因此，儘速建立國土利用之相關規劃資訊，提供開發者或使用者一套完整的土地利用資訊系統，並且遵循法律規章和學者、專家們的意見，才能夠使土石流的災害減到最低。

（第二名）

很有創意，構想很好，能夠從造成人畜傷亡很大的天災中，運用所學設計三道保護防線，未來若能從文獻探討中去瞭解土石流的流動情形，再來對電路作更進一步的修改，確實做到預警效果，讓人畜及財產損失降至最低。