

# 臺灣農村住宅斜屋頂下閣樓 實用機能及空間設計之研究

## A Study on the Utility Functions and Spatial Design of Attics under Sloping Roofs of Taiwan Farmhouses

國立台灣大學農業工程學系副教授

韓 選 棠

Siian-tang Han

### 摘 要

本研究首先整理屋頂閣樓之文獻及應用資料，並對臺灣閣樓使用中之各項問題加以剖析，以瞭解其使用方式及設計考慮等方面之缺失；依此界定出閣樓空間可具備之各項使用功能，並對不同的使用機能所需之空間量做一探討；其中對閣樓空間量如何增加，做出了具體之建議，同時亦對閣樓之合理高度、活動行為等，訂出了具體之標準。

進而對各項使用功能所應具備之建築物理環境設計條件——採光、通風與隔熱——亦做了分析與討論，並訂出了基本標準與改善建議。

最後應用了前述閣樓空間設計中所建議之各項要件，以一實際農宅增改建案例做進一步的設計應用說明，做為前段理論部份之印證。

（關鍵詞：農村住宅、閣樓實用機能、空間設計）

### ABSTRACT

This study begins with a resume of the literature on attics and data on their use, and then presents an analysis of various problems concerning the use of attics in Taiwan in order to understand their shortcomings in terms of methods of utilization and design considerations. On this basis, various functions that attic space can supply are defined, and the amount of space required for different uses is discussed. Concrete suggestions are put forward as to how to increase attic space, and concrete standards are laid down for reasonable heights and partition mobility in attics.

Then the physical environment and design conditions…… light, ventilation and insulation ……… appropriate to buildings intended for various different uses are analyzed and discussed, and basic standards and suggestions for improvement are mapped out.

Finally, as regards the main design proposals put forward for

attic space, the case of an actual farmhouse enlargement and improvement project is used to further illustrate how these designs can be applied, and as evidence to back up the theoretical part in the first section.

(Key words: farmhouse, attic utility function, spatial design)

## 一、緒 論

### 1-1 研究目的及重要性

農宅是民居建築中的一個重要組成部份，農宅所面臨之最大問題之一乃是居住面積因人口之增加以及生活水準的提高而顯著的不足，而農民經濟能力又嫌不足，故農宅中違建式的擴建及增建乃成爲今日農村中常見的現象，這類違建不僅不衛生，且嚴重造成了農村中新舊農宅不協調景象。

傳統農宅一般屋頂構造，均在山頭牆架樑，其上搭接橫柵，斜披覆以瓦片，此一斜面下空間，所佔面積及體積甚大。閣樓面積幾與地面層大小相當，若設計或改善得當可增加約一倍之高品質使用面積。

臺灣傳統農宅多在光復前後所建，屋頂材料歷經四十寒暑，大多已屆更換程度，若屋架結構體尚稱良好，則更換遮覆之材料，重新設計此一空間，就可予以利用，如此可在不增加太多造價的情況下，大幅改善農宅中普遍存在的居住面積不足問題，且改善後之農宅屋頂，必亦較能融入傳統農村景觀中。故今日在臺灣經濟所得偏低的老舊農戶，可以改善閣樓予以使用，以滿足住居之迫切需求。本研究擬對農宅斜屋頂上的閣樓空間利用之可行方式做一理論探討，並對閣樓空間因使用目的不同而造成之屋頂景觀之改變做一分析探討，以做爲未來推動農宅整建時屋頂及量體部份之參考及改善依據。

### 1-2 研究方法

整理及分析屋頂及空間利用資料，討論其利用方式之利弊，以便對斜屋頂之利用方式，有一概括性之認知，並對已知之經驗做一整理。

其次，查訪具代表性之農村及農宅，進行田野調查，抽樣了解現今臺灣農宅中閣樓之使用概況，對其使用方式、設計上缺失、做一詳細之調查，以求對現存狀況有一瞭解。

綜合以上理論探討與實地訪調，定出斜屋頂下閣樓空間可能具備之功能，分別考慮各項功能之必

需條件及影響因素，加以討論、研究。進而探討其使用上可能遭遇之困難及其實用價值，提出改善建議。

## 二、閣樓空間定義

關於閣樓空間的定義，我國建築技術規則<sup>(17)</sup>中對於閣樓有如下的描述：「閣樓：在屋頂內之樓層，樓地板面積在該建築物建築面積三分之一以上時，視爲另一樓層。」這樣的定義，用了「在屋頂內」和建築面積三分之一以下方得視爲閣樓二項因子來界定閣樓空間，而由訪調資料得知臺灣農宅的閣樓空間，多半完全隱蔽在屋頂下且以其空間形狀未及一般樓層，故亦有以「半樓」一詞稱呼閣樓空間；然臺灣農宅爲爭取可使用之室內面積，附設閣樓幾乎均超過建築面積三分之一以上（見第三章），似乎閣樓面積之限制在法令與實際現象中，應從新探討，以尋求合理之平衡點。

「浙江民居」<sup>(2)</sup>一書中曾以閣樓空間爲該地區傳統民居之空間利用形式做專章描述，從其中所論「閣樓的處理，總的可以分爲兩大類；一種是房屋局部做樓層，樓身一半露在底層屋頂之上，一半隱在其中；另一種是在房屋大跨度的情況下，屋頂山尖有足夠的高度，可以做一隔層，形成一個完全隱蔽在屋頂下的閣樓。」<sup>(3)</sup>（圖 2-1），此段文字可

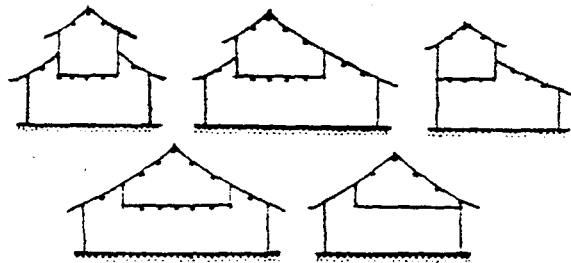


圖 2-1 閣樓基本形式

謂編著者對中國傳統民居閣樓的概說，且其對閣樓空間的界定，除「在屋頂內」的樓層部份；亦可包括突出屋頂山尖的情況，在面積上並無一定的限制；該段敘述對閣樓的高度並無定量的描述，究係為符合何種用途的高度，且其值為多少，並無法從以上文中得知，然以閣樓的使用機能即實用觀點而言，高度有進一步探討之必要性。

「閣樓」在大英百科全書<sup>(4)</sup>中亦有一段描述：「建築物上層的部份，用來容納電梯的機械軸、空調設備，或者是通往屋頂的樓梯；它同時也可以提供為居住或工作的地方。……通常閣樓會由建築物的垂直面退縮，如此可在一或多面提供開放空間和廊道；但最近的開業建築師和房屋經紀人，將任何建築物的頂層均視為閣樓，不管它是否有退縮。」此段定義說明西方人對閣樓一般的使用方式及觀念，包括放置設備，以及提供為居住或工作的場所，也看到閣樓亦有從建築物的垂直面退縮以留出開放空間和廊道，其中開放空間，推測以閣樓在頂層的位置，視野獲得景觀的範圍較廣，將可做為住家戶外休閒場所，但從這段資料中，是無法得知閣樓做為容納建築設備和做為居住場所的室內環境差異究竟為何，是否曾經過改善。而 Mr. White Norval 在 *The architecture book*<sup>(5)</sup> 中則進一步指出閣樓，起初是指附著於建築物斜屋頂下的部份，用於貯藏、放置設備（如電梯的昇降軸，或者是其他機械設備）。最近這樣的字眼，則是描述近來公寓房屋居所的頂樓部份，可提供優雅的陽臺起居。……在1920年代，這種建築物的頂層部份，是提供給佣人住的，缺乏光線，價錢便宜，沒什麼特別裝修，當時尚產生對此種屋頂空間優雅型態的喜好，同樣的房間被重新裝修，以適合它的新主人，但仍沿用原來的名稱。

Mr. White Norval 的敘述指出了閣樓作為貯藏的功用，且對閣樓在使用上的演進有進一步的描述，同時也對早期閣樓物理環境有簡單的定性說明，如「光線缺乏，沒什麼特別裝修」，由大英百科全書和 Mr. White Norval 的定義，可以看到閣樓空間是被逐步改進裝修，才成為適合居住的空間。

綜合以上所述，本研究擬從以下幾點來界定閣樓空間的性質：

1. 位於建築物的屋頂層。
2. 包括在屋頂內和突出屋頂的空間，部份並有戶

外空間或廊道。

3. 可提供貯藏、放置設備、居住或工作等使用。

本研究將在此定義的基礎上進行臺灣農宅閣樓空間的探討。

### 三、臺灣農宅閣樓空間使用現況分析

本研究唯限於時間與經費，無法對臺灣農村進行全面性的調查；故本研究擬採抽樣調查方式，於本省北、中、南部，對閣樓改建或增建需求較殷切之山坡地上，選擇苗栗卓蘭鎮、雲林縣古坑鄉、嘉義縣白河鎮等三個坡地農村進行閣樓空間使用調查，調查項目分為基本資料、農宅建造年代、興建原因、閣樓使用情形、閣樓空間形式、與其他空間相關性、使用建材、通風、採光等九項，本章綜合調查結果，將農村閣樓空間使用現況做一敘述與分析。

#### 3-1-1 類型分析

根據調查的結果，可以發現受訪調農宅之閣樓若依前章屋頂形式來看，幾乎全是山形屋頂閣樓，且多是屬於完全隱藏在屋頂下的隱蔽型閣樓，在樓板的形式上，則全鋪、半鋪的形式都有；且農民興建農宅，習慣將正面外牆退縮，以留出廊道（方言稱為亭仔腳）做為雨天遮雨，夏天納涼的場所，閣樓正面自然也退縮進去，在屋簷的遮擋下，不太容易看出閣樓的開窗，可視為農宅之習慣建造方式（圖3-1）。

一般而言，農宅閣樓的類型大致相同，究其原因，不外乎：

#### 1. 經濟能力因素

早期農民經濟能力有限，在改善農宅時，無法花費太多，故傾向以最少的代價，獲致最大的空間量，所以在增建閣樓時，多加設一層樓板即算完成，在物理環境、空間、造型、機能上的考慮常付之闕如，故在類型上較易趨向一致。

#### 2. 營建技術因素

早期一般農宅的營建，能運用的習知技術和使用的材料有限，在設計上無法有太多的變化，許多物理環境上的缺點改進亦有困難，如採光和通風的方法及設備，或者是屋頂和牆面隔熱的材料，過去並無太多的選擇性可提供改良，故在類型上常只限於少數的一兩種，室內環境狀況亦不佳。

儲藏室	8
臥室	7
起居室	2
停用	3

(資料來源：本研究抽樣調查農戶) 表3-1

### 3-1-2 用途分析

由訪問過程中可以知道這些閣樓，多數是興建於民國五十至五十九年，大都是在室內使用面積不足的情況下增建，起初主要提供為從外地返鄉的家人或家中的小孩睡眠使用；受訪農戶中，且有在農宅興建之初，即在室內隔間牆面預留閣樓入口，以為將來增建之用，足見閣樓增建方式在當時的流行。

然而今天農民意識上有認定居住在閣樓上是代表經濟能力較差的意思，這種意識十分強烈，其主要原因或可解釋為此一空間冬冷夏熱，環境不佳，視野封閉，不適人起居使用，充其量僅能儲存物件。

而在調查現況中，也發現這些原本提供睡眠使用的閣樓，許多已改變為貯藏雜物之用，其中且有幾戶已完全停止使用，任其閑置（表3-1），這種用途上的改變，可從下列二點分析其原因：

#### 1. 社會環境的改變

近年來，工商業快速的發展以及交通和資訊的發達所帶來的生活方式改變，對農村亦有相當大的影響；影響所及，在住屋方面，都市中鋼筋混凝土的樓房是農民所羨慕的形式，原有農宅則多被視為落伍的象徵；但據受訪農民表示，這些 R. C. 房子具有較佳的安全性，現代化的設備，以及亮麗而寬敞的空間等等，生活水準提高的農民，在比較之下，自然會不滿意原有農宅狹小而陰暗的空間，更遑論增建的閣樓；此外，當初提供返家探親的家人過夜的閣樓，由於交通的便利，居住外地的家人，在行程上當日來回不成問題，亦無須使用到此一空間，閣樓的原有用途遂逐漸消失。而這些閣樓空間在高度不足的情況下，轉變為其他使用較受限制，所以多半成為貯藏室或者是閒置。

#### 2. 閣樓本身的問題：

空間高度普遍不足，樓梯設計不當，造成使用上的不便，所以用來放置不常取用的物品，可以不



圖 3-1 農宅之亭仔脚

農宅編號	* H 1	* H 2	* H 3	平均
編號 1	111	111	165	129
編號 2	84	187	257	176
編號 3	84	164	231	159.7
編號 4	84	159	251	164.7
編號 5	120	180	250	183.3
編號 6	175	175	267	205.7
編號 7	177	177	209	187.7
編號 8	160	187	187	178
編號 9	75	107	230	137.3
編號 10	112	124	193	143
編號 11	92	185	252	176.3
編號 12	81	177	240	166
編號 13	65	122	198	128.3

\* H1, H2：閣樓前後屋簷至樓板之高度

H3：屋脊至樓板之高度

(資料來源：本研究抽樣調查農戶)

表 3-2 受調農戶閣樓高度

必經常上下。採光的不足、缺少隔熱通風的考慮，容易造成人的不舒適，也成為使用上的限制。在缺點未能改善的情況下，亦促使閣樓從睡眠逐漸轉變為貯藏之用，甚至到最後棄之不用。

從以上所述，可發現早期的使用原因現已逐漸消失，加上閣樓本身的既存問題，致使得這些早期的住宅空間逐漸被忽視，若能改善閣樓的問題，並提供較前更佳的室內環境品質，加之增建閣樓所帶

來的其他優點，如豐富屋頂造型與視野廣闊等等，應可重新開發閣樓的使用功能。

### 3-2 閣樓空間使用上之問題分析

#### 3-2-1 空間的問題

就受調農戶閣樓之空間面積而言尚稱足夠，然若將斜屋頂至樓地板的高度考慮進去（表3-3），則大部份的閣樓顯得低矮而有顯著之壓迫感，其原因係由於臺灣農宅屋頂斜率大約介於12度至40度，是屬於較為平緩的屋形，有時屋脊之高度僅略高於兩旁之牆身，加之閣樓的牆高原本就不高，所以就整個閣樓平均高度而言，欲使一般人能進行一般室內活動實屬不足，此或許與早期增建閣樓空間時是以睡眠為主要使用考慮有關。

根據調查顯示，閣樓之牆高多在一米以下，甚至只有65公分，而山尖部份低於二公尺者也有四戶之多（表 3-2），影響所及，欲使閣樓增加其他用途則頗為困難，足見過去閣樓之興建未曾考慮空間使用上的問題，而針對此一問題若能重新考慮，當可擴大閣樓空間的使用範圍。

#### 3-2-2 採光問題

採光問題是農宅閣樓使用上較為嚴重的問題之一，如 3-1-1 類型分析中所述，大部份的閣樓正面均退縮於屋簷之內（圖 3-1），光線無法直接由閣樓正面開窗進入，使得閣樓的採光先天不足；除少數兩側山牆面有開窗的閣樓外，即使在白天，仍須點燈方能看清室內之狀況，而即使是山牆面開窗，由於早期農宅多為木結構或為承重牆結構，在開窗上亦多受限制；從另一方面來看，閣樓採光不足，與原來用途上也存在著因果關係，閣樓興建初期，僅是作為臥室之用，並未考慮其他使用方式之可能性，農戶只有在需要睡覺時才會進入到閣樓空間，因此採光的需求並不重要。

再者，農村經濟與農村營建技術的因素，對早期閣樓在採光方面缺乏考慮亦有影響，在經濟與營建技術的限制下，加上農民對閣樓空間的品質原來要求就不高，採光問題就未被重視了。同樣的，現代營建技術的進步，加上農民的經濟能力提高，在採光的方式上，將有較多的選擇性，採光問題應可獲得改善。

#### 3-2-3 隔熱與通風問題

除採光問題外，閣樓的悶熱與不通風，也是閣樓使用現況上，令人難以忍受的缺點。

受調農戶之農宅大多為木構造承重牆構造型式，在屋頂構築上，常是簡單的木構架上覆以瓦片，其熱傳透係數約為介於 1.89 至 1.96kcal/m<sup>2</sup> h°C 之間，在隔熱功能上，自然效果不好，若能在屋面下鋪設適當之現代化隔熱材料，如保麗龍板、礦纖板或玻璃纖維鋁箔氈等隔熱材甚或採雙層屋面之設計，當可大幅降低閣樓屋頂上貫穿入室內之熱量。

受調農宅的閣樓通風效果亦不理想，除室內無法獲得新鮮空氣外，並無法將室內之熱量及濕氣排除。訪調閣樓的通風，主要是藉由其構造間隙和氣窗來達，木構造的間隙雖較一般構造為大但瞬間通風效果仍需有成賴通氣口；在開口上，大都只有簡單的開個小窗，而在開口方位上，不一定與季風方向配合，因此通風效果亦受影響，加上早期在閣樓上少有使用其他機械通風設備，自然使得閣樓無法有效通風，悶熱感亦無法消除。此二項因素，對人們在閣樓空間身體感覺是否舒適影響頗大，在設計上須格外注意，方能使閣樓更適於人們使用。

### 3-3 閣樓空間之改善

綜合以上討論，由調查所得閣樓使用現況上的問題，可知在閣樓空間設計時，下列各項因子為其考慮重點：

1. 空間因子：重新進行閣樓設計時，期望其提供何種用途，為配合這些用途，在高度上究應調整至多少才算適宜，且如何增加閣樓的空間量，以增進閣樓增建的效益，在平面的安排上，應注意那些地方，以使閣樓空間使用上更為便利。
  2. 採光因子：閣樓的採光應達何種標準方為適宜，有那些採光方法可使閣樓達到這些標準，各有何限制，且其對閣樓的造型會產生何種影響。
  3. 通風因子：如何增進閣樓的通風效果，開口位置如何與通風的考慮配合，各種方法的優劣點為何。
  4. 隔熱因子：在臺灣氣候狀況下，如何增進閣樓的隔熱效果，使室內環境較為舒適，其要點為何，有那些材料可資應用，其效果如何。
- 這些因子的考慮，將在往後兩章中加以詳述分析，以資實際應用時之參考。

## 四、閣樓空間設計空間量之考慮

本章即以前章所列問題為導向，進行閣樓空間

設計空間因子的探討，其重點為：

1. 機能之界定

中西民居中一般閣樓空間之用途，它們包括：容納設備、物品貯藏、生活起居、防禦盜賊、隔熱通風、造型變化等主要項目。而根據本研究對農宅閣樓使用現況調查分析，則發現在使用現況中，閣樓空間以儲藏和生活起居中睡眠之用途占多數。在上述諸項用途中，閣樓之防禦盜賊功能在現代生活環境下，已無必要性，對農民而言，取而代之的，可能是位於閣樓視野較佳，可以監督、觀察周圍的田產，避免受到破壞；至於其他諸項用途，仍然適用於今日的農宅，特別是作為生活起居、造型變化之用，對農宅現存的室內面積不足，農村景觀受到破壞等問題，更具實用價值，因此針對現今農宅閣樓空間設計所考慮的用途，主要應以生活起居、造型變化為範圍，而包括已有的物品貯藏、睡眠等用途。4-1 節中即以此範圍，討論閣樓機能的界定。

2. 空間量之探討

根據調查資料，在農宅閣樓使用現況上，是以貯藏和睡眠為主要用途，此二者對空間高度的要求並不大，然若要使閣樓作為一般生活起居的空間，

雖就面積而言尚稱足夠，一旦考慮到斜屋頂至樓板的平均距離時，則大多不足（表 3-2），亦即空間高度不夠，若從整體來看，則是空間量不足；不僅影響使用品質並使機能受到限制，為使閣樓空間能提供較佳之使用品質與多元化之機能，必要先使閣樓空間有足夠的活動空間，此一空間量的調整，成為閣樓空間設計的基本條件；從幾何學的觀點來看，農宅正面一定時，閣樓空間量的調整，可從農宅剖面即斜屋頂構成的三角形體進行，任何增加三角形面積的方法，都可做為空間量調整的考慮；而從人體工學的觀點來看，不同的活動行為，各有所需的必要行為空間標準，低於此一標準，將使活動者感到不適，此為空間尺度的依據；現存農宅閣樓空間，如前所述，早期多供農家貯藏和睡眠使用，故對空間量，特別是指在高度的考量上較不重視，至於如何調整且其限制為何，4-2、4-3 節中將從幾何學與人體工學的角度兩方面進行探討。

4-1 機能之界定

一般農宅之功能，依其特性約可分為<sup>(11)</sup>：

- (一) 農業與生產上的功能
- (二) 社交與行為上的功能

機能區分 室內空間	一			二		三	
	生活區	睡眠區	工作區	家庭共同空間	私密性空間	開放性空間	封閉性空間
起居室	△			△		△	
娛樂室	△			△		△	
手工藝室	△			△			△
書房		△			△		△
貯藏室	△				△		△
廚房			△	△			△
洗衣間			△	△			△
家庭工廠			△	△		△	
客廳	△			△		△	
神明廳	△			△		△	
餐廳	△			△		△	
臥房		△			△		△
客房		△			△		△
辦公室			△			△	
門廳							△
走廊							△
浴廁	△						△

表 4-1 農宅空間機能分類表

活動	姿勢	一		二		三
		坐	立	坐	立	
知識	坐	○	○	○	○	
沐浴	坐	○	○	○	○	
洗澡	坐	○	○	○	○	
洗滌	坐	○	○	○	○	
化粧	坐	○	○	○	○	
調理	坐	○	○	○	○	
用餐	坐	○	○	○	○	
休息	坐	○	○	○	○	
睡眠	坐	○	○	○	○	
洗滌	坐	○	○	○	○	
運動	坐	○	○	○	○	
飲茶	坐	○	○	○	○	
更衣	坐	○	○	○	○	
收藏	坐	○	○	○	○	
製作	坐	○	○	○	○	
娛樂	坐	○	○	○	○	
行旅	坐	○	○	○	○	
進出	坐	○	○	○	○	
步行	坐	○	○	○	○	

表 4-2 日常活動與姿勢關係表<sup>(13)</sup>

### 三) 環境與文化上的功能

為滿足上述農宅的三項功能，農宅內部大致可依空間使用的不同性質，分成生活、睡眠、工作等三區，其中生活區是指工作後休閒及家人聚會的場所，睡眠區主要是供睡覺的地方，此外，在今天亦是作為靜態以及較具私密性活動的場所，如讀書、做手工藝、親子交談等，而工作區則是農民日間主要的活動場所，包括廚房、家庭工廠等，大都是活動性較強的空間，而若以家庭組成份子活動關係來區分，上述空間又可分為家庭共同空間及個人私密性空間，或者以空間與空間之間的關係分成開放性、封閉性、連接性三種空間<sup>(12)</sup>，茲將幾種空間之區分綜合整理成下表(表4-1)：

閣樓空間位於農宅斜屋頂之下，須用樓梯等設施與地面層空間連繫，與建築物外部空間之關連性較弱，然其位於建築物的頂層，具有較佳的視野，且空間形式上較具變化，設計上可提供創意發揮，形成頗具生活情趣的場所，由此觀之，閣樓空間在使用上，可考慮與外界連繫較少，且較注重生活情趣的一些空間，如生活區中的起居室、娛樂室、手工藝室，以及睡眠區中之諸空間，至於廚房、洗衣間、家庭工廠等工作區的空間，因與建築外部空間關係較密切，且屬活動性較強之空間，較不適於置於閣樓；同理，閣樓空間所提供的功能，原則上以屬於前述分類中的「私密性」與「封閉性」空間為佳。

因此，閣樓空間在設計上，其機能可從下列空間用途考慮之：

- (1)起居室：可供家人聚會、交誼之用
- (2)書房：做為書報閱讀、寫作、資料整理的房間
- (3)手工藝室：供繪畫、小型工藝品製作
- (4)娛樂室：可進行下棋、音樂、影片欣賞等靜態活動
- (5)臥房：供睡眠、書報閱讀、親子交談等
- (6)客房：親友探訪時供其休息、睡眠之用

#### 4-2 閣樓空間量的調整

閣樓空間的特徵，即在於其斜屋頂下形成的三角形空間，人們的活動無法像在平屋頂下的空間一般；當農宅之正立面寬度為一定時，我們可以單從閣樓之剖面來看它的空間量，圖4-1為現況調查時農宅的一般剖面示意圖，閣樓即為 $\triangle abc$ 的部份，當農宅正立面未曾退縮時，若設正面寬度為 $w$ ， $ac \times bd \times w/2$ 即為閣樓空間的體積大小，其中若 $w$ 為定值時， $\triangle abc$ 面積的變化即可決定閣樓空間量的調整，下列提出在此情況下可增加閣樓空間量的數種主要方法來討論，以下圖示以網點部份表示增加之面積：

##### (1)增加屋頂斜率

$\triangle abc$ 的面積 $= ac \times bd/2 = ac/4 \times \tan\theta$ ，當 $ac$ 長一定時， $\theta$ 值，即屋頂斜率愈大， $\triangle abc$ 的面積愈大(圖4-2)；此一增加屋頂斜率的方法，其優點在於僅需改變屋頂的部份，且亦為山形屋頂，施工上較為容易，其缺點為斜率增加，相對的，屋頂面所承受的風壓亦隨之增大，以臺灣多颱風的氣候而言，較為不利，此外，斜率大的屋頂，形狀尖銳，與現有住宅屋頂景觀不容易搭配。

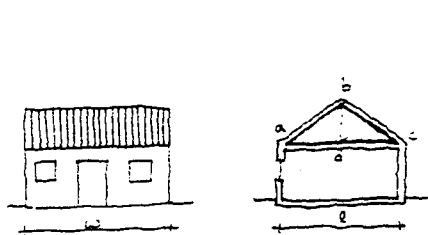


圖 4-1 閣樓剖面示意圖

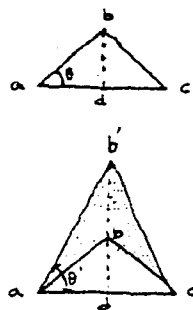


圖 4-2



圖 4-3

##### (2)提高牆面高度

$\triangle abc$ 的高度至 $h$ ，可增加長方形 $h \times l$ 的面積， $h$ 值即牆面增加的高度(圖4-3)；此一方法的優點在於消除閣樓因斜屋頂所造成使用上的死角，所增加的使用面積方整，利用價值高，且因屋頂斜

率不變，在整體景觀上影響較小，其缺點則為施工上雖僅為增加牆面高度，亦會動到整個屋頂，增加了一項步驟，然若是在配合改善老舊屋頂的情況下進行，則較為經濟。

##### (3)改變屋頂的形狀

在切線斜率相同的條件下，穹窿式（或圓形）屋頂及折角式屋頂，均較山形屋頂有更多的屋頂下空間可供利用（圖 4-4），唯其在施工上較為困難，且其在造型上與現有屋頂造型差異頗大。

#### (4)開直立窗

配合屋頂面開窗，可於屋頂一側或兩側增加室內空間量（圖 4-5），此一方法由於是配合閣樓採光要求，所以能增加的部份有限，然不失為一經濟的方法，且屋頂造型的變化大，趣味性高。唯需在

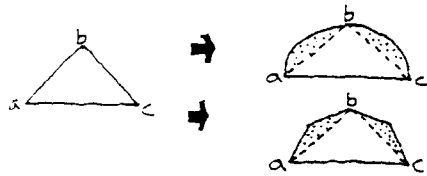


圖 4-4

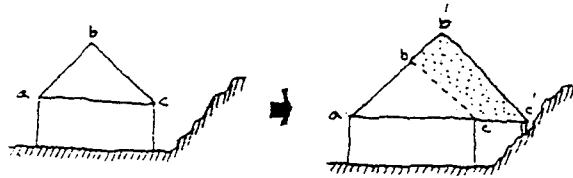


圖 4-6

#### 4-3 閣樓空間量的限制

由前節所述，可知從幾何學的觀點可以有種方法來增加閣樓之空間量，至於閣樓室內高度的合理標準為何，本節即將從人體工學的觀點，探討其範圍，以做為閣樓空間設計之參考。

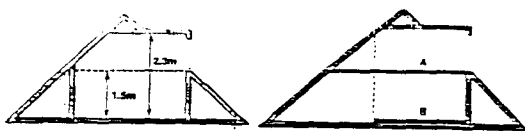


圖 4-7 英國法規對閣樓空間高度限制示意圖

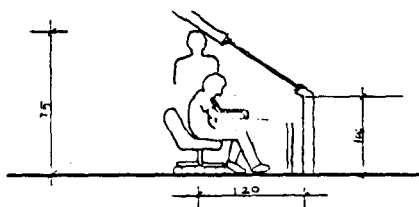


圖 4-9 閣樓空間合理高度示意圖

施工時詳加考慮開窗部份與原有屋頂面的接合，避免因施工不良，造成雨水滲漏的現象。

#### (5)增加農宅深度

當屋頂斜率一定時， $\triangle abc$  底邊長度增加亦可使面積增加（圖 4-6），此一作法因已改變原有農宅面積，故需考慮農宅所在基地條件是否允許，若條件許可，可為一同時增加原有農宅室內空間與閣樓空間的方法。

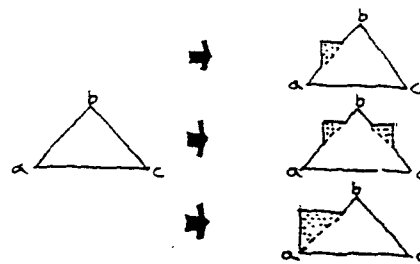
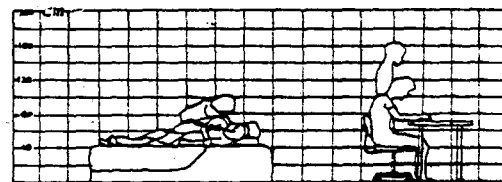


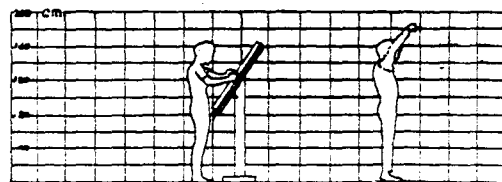
圖 4-5

從人體工學的觀點來看，不同的活動有其活動的「行為空間」，以下將以此為根據，分別探討各項活動所必需具備的空間尺度，以做為閣樓空間設計時空間量的合理界定標準。



睡眠

讀書



作業

穿衣

圖 4-8 活動姿勢與行為空間



由表 4-2<sup>(13)</sup> 所列各項日常生活行為之動作空間來看，可發現大部份的行為均與站立有關，因此當閣樓空間的高度不能容納一般人站立的高度時，人將無法在閣樓空間內舒適地活動，閣樓的可用性將大為降低。而閣樓最低高度究應以何標準為限，端視其空間使用行為而定，此處應可從所需高度較低的行為來開始探討。

表上縱軸將行為空間的姿勢，歸納為四種，包括了立姿，椅上坐姿，一般坐姿與臥姿等項，其中雖以臥姿為最低高度，然而臥姿所關連的動作空間以睡眠為主要項目，此即早期農宅閣樓空間使用的主要考慮點，因此其高度一般較低；但是若欲增加閣樓的使用機能，使人的活動較為舒適，僅以臥姿為考慮重點則顯得不足，必須進一步考慮立姿與坐姿，原則上，改善後和重新設計後的閣樓空間，大部份應能使人立姿相關行為生理上能舒適的進行，至於在討論閣樓的最低高度時，以坐姿之尺度為較合理的標準，即閣樓空間較低的部份，至少要能容納坐姿以下的動作空間，而其相關的尺度數據為何？在我國建築技術規則施工篇中曾規定「一般居室及浴廁之天花板淨高不得小於二·一公尺；高低不同之天花板，其高度至少應有一半以上大於二·一公尺，最低處不得小於一·七公尺。」此一規定中，一·七公尺應係根據我國國人平均身高而作完全為立姿的考量，而二·一公尺則為使室內不具壓迫感之高度，較具彈性，其中「高低不同之天花板」之後段文字部份，可做為閣樓空間尺度數據之參考，唯本研究以閣樓之實用和經濟為目標，故認為應以坐姿為最低標準，前述數據將在下面予以進一步討論。

Mr. Ned Hally 在 IDEAL HOME BOOK OF HOME IMPROVEMENTS 一書中曾提到英國閣樓更新使用時之法規規定，如圖 4-7 所示，其「閣樓空間中高度二·三公尺以上者之面積，不得少於一·五公尺以上者面積之二分之一，即區域 B 之面積至少得為區域 A 面積之半。」<sup>(14)</sup>，二·三公尺與一·五公尺為英國法規對閣樓空間之高低限制。為配合此一限制，作者建議以開直立窗的方式調整；而其中一·五公尺係以人之坐姿為考量，對閣樓而言，較具實用性，與本研究之觀點相似。

本研究將再從人體工學之觀點界定此一數據，日本建築設計資料集成中將日常生活中一般活動之

行為空間列出<sup>(15)</sup>，其中之尺寸雖以日本人類工學人體測量編集委員會所編「人體測量值圖表」之日本成人之平均身高為根據，然若根據我國行政院衛生署在 1986 年所做「臺灣地區國民營養狀況調查——體位測量」研究中之比較，可發現臺灣地區人民與日本人之成人身高相差均約在一至二公分左右<sup>(15)</sup>，且臺灣地區人民在 30 至 39 歲與 20 至 29 歲兩年齡層之平均身高，均較日本人矮，故以下仍以此日本資料為探討閣樓空間量之參考。

今從 4-1 中可選出代表與閣樓空間活動相關之行為，包括睡眠、讀書、作業、穿衣四項，此四項行為之姿勢，涵蓋 4-1 節中所界定閣樓空間用途之所有姿勢，故僅以此四項為代表，其中睡眠可為臥姿之代表，讀書可為坐姿之代表，作業可為與坐姿相關的立姿代表，而穿衣則為立姿之代表（圖 4-8）。從圖中可看出上列各項行為之最低高度為：

1. 睡眠：80cm
2. 讀書：120cm
3. 作業：165cm
4. 穿衣：185cm

讀書代表日常生活行為中之坐姿，最低高度為 120 公分，故閣樓空間的最低高度在設計上若能配合此高度加以調整（例如再加上坐下後牆面高度不致遮擋視線之考慮），則符合前述行為對閣樓空間最低高度之要求，唯坐姿僅為一以行為為主體之姿勢，仍需配合多項立姿之活動姿勢，若將此一姿勢考慮進去，可以下列圖示表達，當面對閣樓最低高度採坐姿讀書時應避免人在離開坐位時觸碰到頭部，以 120 公分為一般書桌加上座椅之寬度時，位於此點之高度至少應達 175 公分（平均高度加上 10 公分緩衝空間），即能容許人站立為原則（圖 4-9）。此外，前述閣樓機能界定雖以活動性較弱的用途為主，然而人在睡眠以外的時間，任何活動均與立姿有關，若以一般人一日三分之一時間為睡眠，三分之二時間進行其他活動之比例為參考值，則為使閣樓空間能讓人舒適的活動，建議能容納立姿的空間，其面積至少應大於閣樓樓地板面積的一半，以穿衣為立姿行為的代表，即閣樓空間中高於 185 公分的空間體積，應大於閣樓空間總體積之半。

綜合以上所論，增加閣樓的空間量，使其容納較多的使用功能，可以下列條件為標準：

- (1) 最低高度為 100 公分（以坐姿水平視線高過牆面為原則）。

- (2)距最低高度之牆面 120公分處，其垂直淨高至少達 175公分。
- (3)閣樓空間中高於 185公分的空間體積，應大於閣樓空間總體積之半。

### 五、閣樓空間設計採光、通風、隔熱因子之考慮

正常人活動時除肝體活動不受阻礙外，尚要求在視覺、呼吸及溫度等方面同樣能感覺舒適，換言之即建築物理學方面所謂採光、通風、隔熱等方面

的處理，要能使人在室內感到舒適。所以若隨意加建閣樓，它將對原有建築內部空間之環境系統及閣樓本身產生很大的影響，因此它必須在建築物理方面能考慮週到再進行設計及興建。以下將對閣樓設計中應考慮之物理環境因子做一分析討論。

#### 5-1 採光之考慮

此處本的採光探討以自然採光為原則，人工採光在研究中將暫不予討論。

在室內進行動態活動，必須有足夠的照明，不同的工作或活動，各有不同的照度要求（表5-1）。

作業或房間之種類	基本 晝光率 (%)	按左列晝光率時之照度(lx)			
		明亮日	普通	暗日	昏暗日
修理鐘錶，依晝光之手術室	10	3,000	1,500	500	200
長時間之縫紉，精密繪圖，精密工作	5	1,400	700	250	100
短時間之縫紉，長時間之閱讀，齒科診所，一般繪圖，打字，電話交換室	3	900	450	150	60 40
閱讀，辦公，一般診療，普通教室	2	600	300	100	
會議，會客，講堂，體育館，一般病房	1.5	450	225	75	30
短時間之閱讀，美術館，圖書館書庫	1	300	150	50	20
旅館大廳，住宅餐廳，一般起居室，電影院休息室，教堂座席	0.7	210	105	35	14
一般走廊，樓梯，小型貨物倉庫	0.5	150	75	25	10
大型貨物倉庫，住宅貯藏間，壁櫥	0.2	60	30	10	4

表 5-1 室內不同活動所需照度表<sup>(16)</sup>

臺灣農宅閣樓早期使用以睡眠和貯藏為主，此類空間基準晝光率約為 0.2，其照度要求，在明亮日時，只要介於60lx至450lx 即足夠，而本研究則認為閣樓在使用上應能涵蓋平常生活起居以及靜態的休閒活動，故其照度在明亮日時約需達到 500lx 以上。

至於建築採光是否合乎標準的檢定，常以採光面積的比例或以窗高與進深的關係來做判斷；採光面積過去均按照窗面積與室內樓地板面之比來決定，如住居房間之採光面積普通不得少於房間面積之七分之一等；窗高與進深之規定，則如附圖例所示單面牆有垂直窗時，其有效距離  $L=1.75H$ ，兩側均有垂直窗時房間之最大寬度為  $L=4H$ ，其意即在具上述採光面之室內工作，對眼睛健康即無妨礙<sup>(16)</sup>（圖 5-1）

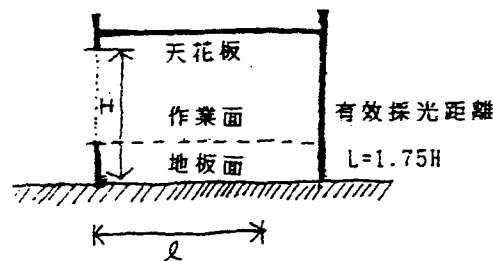
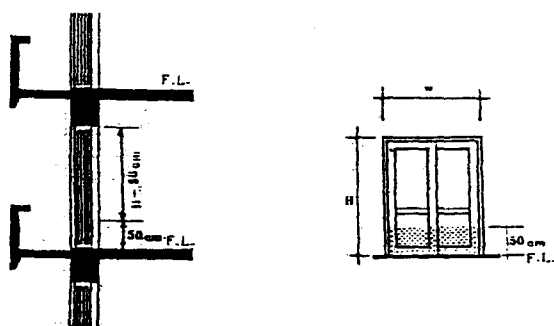


圖 5-1 房間採光進深與高度關係示意圖

我國建築技術規則即以上述窗戶面積與樓地板面積之比例做為檢視採光合理與否之標準，第四十一條中規定『建築物之居室應設置採光用窗或開口，其採光面積……住宅之居室，寄宿舍之臥室……等建

築物之居室，不得小於該樓地板面積之八分之一。』並規定『位於地板面以上五十公分範圍內之窗或開口面積不得計入採光面積之內。』<sup>(17)</sup> (圖5-2)



$$\text{有效採光面積} = W = H - 0.5 = W$$

圖 5-2 我國採光面積計算之範圍

若以上述之標準來檢視現況調查之案例，可發現現存閣樓若欲提供一般生活起居之用，其採光情形一般均低於標準甚多(表5-2)，另如本研究3-1節所述，大部份受調農宅均有「亭仔腳」的設置，伸出的屋簷亦遮去了大部份的光線(圖 5-3)，因此閣樓使用功能若朝多元化之方面進行考量與設計，則採光問題之改善應為主要工作之一，具體而言，未來閣樓空間之設計，必需從增加開窗面積及改善開窗方式兩方面着手。



圖 5-3 亭仔腳出簷影響閣樓採光

一般建築物室內採光的開窗方法，可分為側窗、頂窗、頂側窗三類，其中側窗係指在牆面的垂直開窗，頂窗即一般所稱在屋頂開的天窗，而頂側窗

農宅編號	窗面積	樓地板面積	法規規定之採光面積
編號 5	0.89	17.24	2.16
編號 6	1.42	17.38	2.17
編號 7	1.13	16.11	2.00
編號 8	0.88	8.99	1.12
編號 9	0.80	20.95	2.62
編號10	0.82	13.68	1.71
編號11	0.75	16.78	2.10
編號12	1.10	14.68	1.84
編號13	0.74	15.04	1.88

(單位：m<sup>2</sup>) 資料來源：本研究抽樣調查農戶

表 5-2 受調農宅閣樓採光面積現況與法規規定之採光面積比較

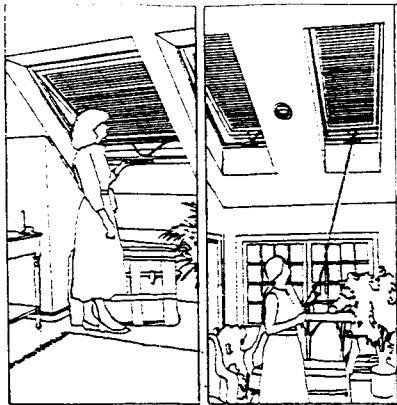
則是指在屋頂位置的垂直開窗，即常見於歐美建築俗稱的老虎窗(圖 5-4)；在採光率上，頂窗約為側窗和頂側窗的三倍(圖 5-5)，然而三種開窗方法各有其利弊，其比較可如下表所示(表 5-3)：此處所述的頂窗係指一般空間的屋頂天窗，而閣樓空間的天窗，在國內雖較少見，在國外之案例却常見到；西德 VELUX 公司且將閣樓空間和一般空間的天窗又做了進一步的區分<sup>(18)</sup>，稱一般開於閣樓空間，開窗位置約與成人視線平行，並伸手即可觸及之開窗為屋頂窗(ROOF WINDOWS)，而天窗(SKYLIGHT)則指位於屋頂，非藉由其他工具的幫助，伸手無法觸及之開窗(圖 5-7)。此一分類之中屋頂窗具有天窗採光方式之優點，但並無因利用天窗採光而形成封閉感之缺點，至於頂側窗(老虎窗)其採光率雖然較頂窗為低，但在閣樓空間使用時，另具有增加空間量與屋頂造型趣味性的優點(圖 5-8)(5-9)。

調查中之農宅閣樓採光，所用大多為側開窗的方式，而此類側窗由於開窗部位過低，且開窗面積狹小，致採光功效甚差(圖5-11)，欲改善此一問題，可考慮前述屋頂窗或頂側窗的開窗方式，以增加光線進入閣樓室內的機會，此二者究係何者為佳，則須根據閣樓空間將來之使用，從採光率，施工方法，窗戶品質，造型，對隔熱之影響等方面做審慎之考量。茲將二者之比較整理成下表(表 5-4)：

比較項目	窗 戶 種 類		
	側 窗	頂 窗	頂側窗
施工方法	易	不 易	不 易
操作維護	易	不 易	不 易
通風調整	易	不 易	不 易
遮陽處理	易	不 易	不 易
採光量	小	大	中
照度分佈	不 均	平 均	平 均
對空間感受之影響	開 放	封 閉	封 閉
採光大小影響	進深較深房 間採光不易	不易受影響	不易受影響
採光通風鄰近建築影響	易受影響	不易受影響	不易受影響

(資料來源：本研究整理)

表 5-3 側窗、頂窗與頂側窗之比較



(資料來源：文18)

圖 5-7 屋頂窗(左)與天窗(右)



圖 5-9 頂側窗造型16種<sup>(20)</sup>

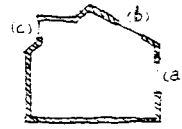


圖 5-4 (a)側窗、(b)頂窗、(c)頂側窗示意圖



圖5-5 側窗、頂窗、頂側窗採光率之比較



圖5-6 側窗與視線關係示意圖

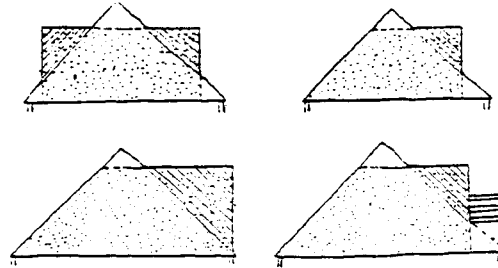


圖 5-8 頂側窗增加閣樓空間之類形

依據上表分析，屋頂窗由於利於日照直射，較不適於日照量大的地區（如臺灣南部），且窗戶品質要求較高以防滲漏，較不具普遍性，而頂側窗雖施工較費時且耗費建材，但對窗戶防滲漏品質要求並不如屋頂窗來的高，並具有擴大閣樓空間之效用，故可行性較高。

比較項目	屋 頂 閣	頂 側 閣
採 光 率	約為頂側閣之三倍	約為屋頂閣之1/3
施 工 方 法	僅需留出開口，即可直接安裝	需配合架設窗脊與窗臺，較耗費建材
閣 戶 品 質	需求較高，需要良好的防雨功能	一般窗戶即可
造 型	維持原有屋頂造型	突出屋頂表面，較具趣味性
隔 熱	日照直接射入，較不利於隔熱，無法使用固定遮陽	日照較不易直接射入可使用固定遮陽
空間之影響	無	可擴大閣樓空間

資料來源：本研究整理

表 5-4 屋頂窗與頂側窗之比較

## 5-2 通風之考慮

世界各國對不同建築物通風量之值大多有有規範規定，英國施工規則、美國住居衛生委員會及ASHAE Guide 均以每小時通風量作為室內通風標準，而倫敦市施行令和日本建築法規，則以通風開口對室內樓地板的面積之比值做為標準，與前三項比較，面積比的規範在檢視室內通風是否合乎標準時較為容易，然此種標準易受外在環境的影響而失去意義，如在建築物密集地區，風速易受建築物的阻擋而降低或升高，則建築通風開口面積雖然在比值範圍之內，其實際通風量，不一定能達到提供新鮮空氣的標準。

我國之換氣量規範與日本法規之規定類似，皆以樓地板面積與有效換氣開口部面積之比值為檢視標準，建築技術規則四十二條有關住宅室內之換氣準則為『居室應設置能與戶外空氣直接流通之窗戶或開口，或有效之自然通風設備或機械通風設備，……。一般居室及浴廁之窗戶或開口之有效通風面積，不得小於該室樓地板面積百分之五，但設置符合規定之自然或機械通風設備者不在此限。』且規定『臥室、起居室……等容納人數不多者』『其樓地板面積每平方公尺所需通風量為 8m/hr』臺灣農村地區之空氣，普遍較都市地區受污染的情形為較輕，建築物配置的密度也較都市地區小很多，建築物型態亦較單純，且高度不超過10.5公尺，故其室內空氣之通風，若能在建築物設計上，注意配置方向與開口部位的安排，應可藉自然力達到通風的效果，不必像都市地區建築物，常需依靠機械設備進行通風。

本研究因考慮閣樓空間設計儘可能減少農民之經濟負擔，故在改善閣樓通風時，擬以自然通風方式，為主要考慮對象，加上前述之農村住宅在自然換氣方面之有利條件，下文中，將針對閣樓的自然通風進行討論。

調查中的農宅閣樓空間通風面積不足，可由閣樓開窗面積與樓地板面積之比值做一檢視即可發現，部份閣樓開窗未達建築技術規則規定不得少於樓地板面積1/20之標準；而且這些閣樓在開窗方式方面常為單向開窗，加上窗口面積狹小，空氣對流現象不易發生，室內通風量更形減少，此一現象可從計算通風量公式中加以說明：

計算通風量公式：

$$Q = A \times f \times V_o [m/h]$$

$Q$  = 通風量 ( $m^3/h$ )

$A$  = 通風口面積 ( $A_i$  : 入風口面積  $A_o$  : 出風口面積)

$V_o$  = 氣流速

$$f = \text{換氣係數} = \alpha / \sqrt{1 + M^2}$$

$\alpha$  = 摩擦係數

$M$  = 通風口面積比 =  $A_o / A_i$

面積與出風口面積之比值，當只有入風口而無出風口或甚小時， $M$ 值成為極小，相對的， $Q$ 值亦成為極小。此外亦可從模型實驗中看出無出風口之空間對通風的不利影響<sup>(22)</sup>。再看農宅之配置，常受了傳統勘輿與地形之限制，以致常與風向無關，此亦是未能有效通風原因之一。

針對以上所述，改善閣樓通風情形，除增加有效通風開口，使達建築法規之規定外，可從下列幾處着手：

### 1. 平面：

(1) 增加通風口，使閣樓至少具有一有效之入風口與一出風口，以使室內產生空氣對流現象。

(2) 開口配合夏季季風方向，且當季風方向與開口牆面垂直時，入風口與出風口宜採相鄰配置，而當季風方向與開口牆面成斜角時，入風口與出風口宜採相對配置<sup>(23)</sup> (圖5-11, a, b)

(3) 風易受鄰近地形影響，若採取入風口與出風口分置於一室之兩端 (圖 5-11c) 較可不必要考慮風向。

(4) 閣樓內部設計減少不必要的隔間，以免產生死角，減低通風效果 (文24) (圖5-12)。

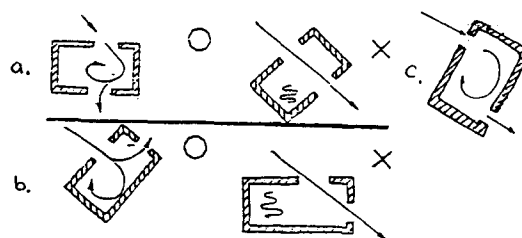


圖5-11 入風口與出風口之配置示意圖

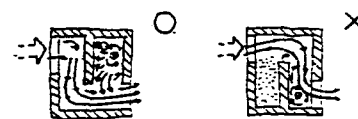


圖5-12 隔間對通風之影響示意圖

2.立面：

(1)面對夏季季風之牆面，應增大開口面積，面對冬季季風之牆面，宜減少開口面積，或作擋風設施，進出風口相等最好。

(2)開口型式以誘導自然風通向生活作業區（指150公分以下空間），而不致於會產生干擾作業或不舒適之通風為原則（圖5-13）。

(3)設計開窗方式，使開窗口儘量配合夏季風向。

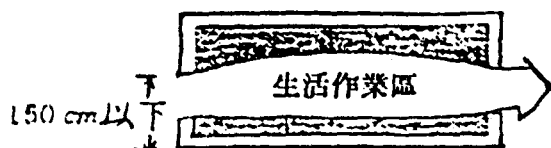


圖5-13 通風口與生活作業區之理想關係

5-3 隔熱之考慮

熱能在建築物的傳遞路徑，包括了屋頂、牆面、開口（玻璃窗）及地板部份，建築物之間隙在冬季亦為熱量流失之重要途徑，亦須一併考慮；以下則分由防寒抗熱二部份，說明建築物隔熱的一般可能作法：

1.防寒

(1)天花板或屋頂

傳統農宅中使用之材料及做法大致都是相同的

，即在木屋架上鋪設臺灣紅瓦，一般均缺乏隔熱抗寒之處理。若欲興建閣樓而阻絕熱量自屋頂進出室內，較佳而實用之隔熱方式為鋪設天花板，在屋頂與天花板之間並加裝一保溫層，達到防寒抗熱之效果（圖5-14）。如因考慮經濟因素而無法裝設天花板時，亦可直接於屋頂內面加設隔熱材料做為隔熱之用（圖5-15），其中夾層間之空氣層中若有鉛箔或其他材料介於中間做防熱層而分隔中間空氣層時則更具有效果<sup>(16)</sup>。本研究之農宅閣樓增建，係以增加農宅使用空間為主，故在隔熱作法上，將以後者為主要考慮。

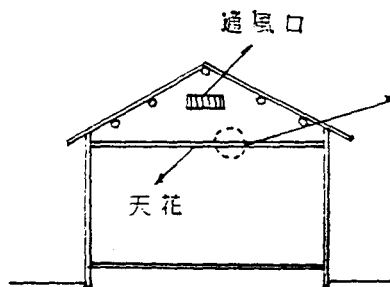
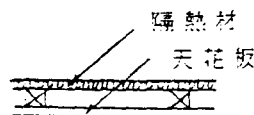


圖5-14 裝設天花板保溫法

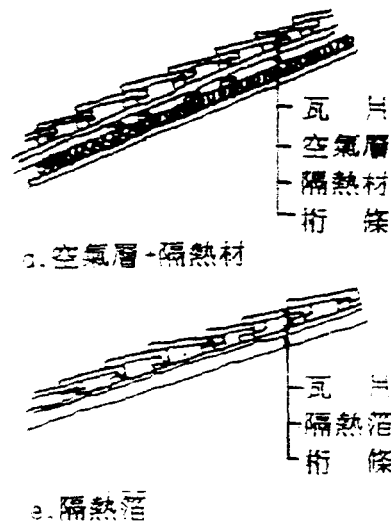
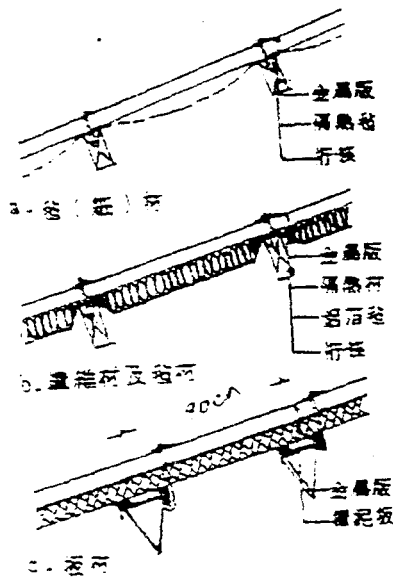


圖5-15 屋頂內面加設隔熱材與空氣層保溫法

### (2)地板面

閣樓位於農宅的頂層，地板面之隔熱係針對地板面下通風良好時熱量自地板面流失可進行之設計，其隔熱方法可由地板下面加設隔熱板來完成，（圖5-16）。

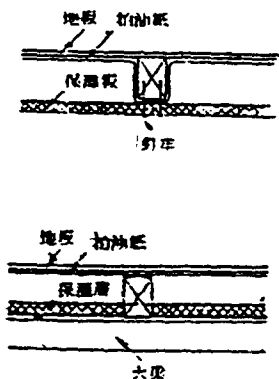


圖5-16 地板保溫作法

### (3)牆壁面

牆壁面之隔熱，主要係運用隔熱材料阻絕熱量進出，其方法可如附圖5-17(一)(二)(三)所示分成外牆、內牆及牆心三種隔熱方法（文2），其中隔熱材料的傳熱性能難易，對隔熱效果有重要的影響，一般而言，內牆隔熱作法，價格較廉，且施工不受天候影響，較適合農宅增改建閣樓使用；附圖5-17四複層牆壁的作法，因其壁體中夾有空氣層，可藉空氣對流原理，將夾層中較高溫度之空氣排出，以減少其對內牆面之影響，其隔熱性能又較以上三種隔熱做法為佳，然其成本較高，但對講究高品質環境的閣樓，亦不失為一良好之隔熱選擇（文27）。

### (4)玻璃面

為了防冷而處理玻璃面的方法有外部加設板套窗、使用較厚窗簾、使用雙重玻璃等均可防止熱量經由開窗部位自室內流失，其熱傳係數如下表，由表列數值可知使用雙層玻璃可獲得較佳的隔熱效果。（表 5-5）

(一)內牆隔熱做法圖例 (K值約0.11)

1. 5公分隔熱板
2. 24公分磚牆
3. 2公分外牆粉泥

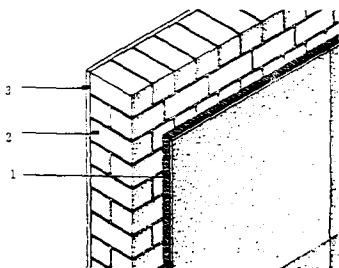


圖5-17 牆面隔熱做法(一)

(二)外牆隔熱做法圖例 (K值約0.45)

1. 1.5公分至內粉泥
2. 24公分磚牆
3. 5公分隔熱板
4. 4公分外牆粉泥

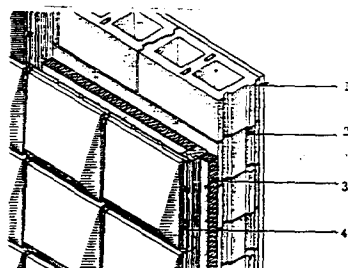


圖5-17 牆面隔熱做法(二)

(三)牆心隔熱做法圖例 (K值約0.52)

1. 1.5公分內牆粉泥
2. 24公分磚牆
3. 5公分隔熱層
4. 11.5公分外牆

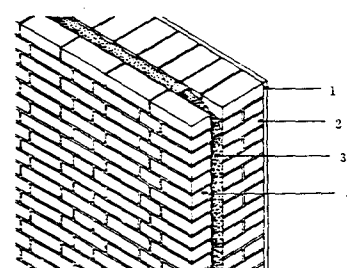


圖5-17 牆面隔熱做法(三)

### (5)間隙風之防止

之來源主要是經由窗之間隙及屋頂或牆面之間隙，故木造建築窗子周邊及接口等均應注意加做窗扇嵌口及貼塞縫條，柱與牆壁之接頭亦應做牆柱嵌口。此外，屋頂、天花板和牆面上各部份之縫隙均須封塞或如前面隔熱方法所述，鋪設保溫層以提高氣密之效果。附表 5-6所示為天花板或地板有嵌縫與未有嵌縫時室內溫度上下分佈情形。參考依表列數值可知不同高低位置之溫度最高可差到15°C以上。

### 2.抗熱

一般而言，前述凡為防冷而使用的隔熱方法，均有抗熱之功能。而以下所述方法，係專針對夏季抗熱之方法：

#### (1)屋頂之抗熱

為減少日射熱量之流入，除如前述於屋頂設置隔熱層外，亦可運用屋上撒水法（圖5-19）。屋上撒水，係於屋頂設噴水器，依此對屋頂全面施以撒水，依水之蒸發可將大半日射熱量消除。此種方法之效果可由表5-7中得知，約可減少70%熱的透入量，頗具隔熱之功效，唯需考慮有充足的自然水源供應，方能持續其作用。

窗別	熱傳透係數 (Kcal/m <sup>2</sup> h°C)	備註
板套窗與單片玻璃	2.3	套窗與玻璃間隔50mm
單片玻璃與厚窗簾	4.0	
雙層玻璃，木製窗框圖5-21(a)	2.2	玻璃間隔12mm
	(b) 2.0	
	(c) 2.5	
單片玻璃	4.5	

(資料來源：文16，p.237)

表5-5玻璃窗之熱傳導係數

項目	離地板之高度 (m)			
	0.10	0.425	0.75	2.05
無嵌縫	5°C	7.5°C	13°C	20.7°C
天花板有嵌縫	12°C	14°C	15°C	20.6°C
地板有嵌縫	10°C	13°C	15°C	20.1°C

(資料來源：文16 p. 238)

表 5-6 天花板與地板加裝嵌縫室溫之變化

(四) 複層牆做法

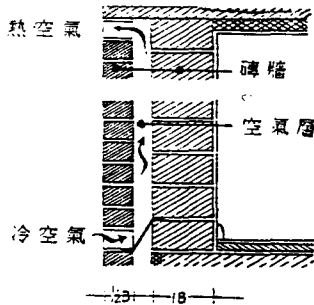


圖 5-18 牆面隔熱做法

(2) 牆壁面

壁體材料之選擇應以熱導係數較低之材料為優先考慮，如磚牆要較混凝土牆隔熱效果來得優良（表5-8）。

此外，牆壁厚度越厚則熱容量越大，可減緩熱量進入室內的時間，故採用厚壁牆壁，亦有助於防熱，唯熱容量大之材質，其散熱時間亦較長，故當其熱容量達到飽和時，會持續向室內散熱，反使室內溫度不易降低，此時需配合其他方法（如於外壁灑水，加速散熱）使室內溫度降低。

牆壁面之防熱除前述牆壁面防寒各種方法均可採用外，亦可自外壁面之顏色着手，凡對熱吸收能力較大之顏色如黑色系統之赤黑，濃綠等應避免使用，而以白、淡青、灰色等白色系統者較為有利（表5-9）。

項目	說明	U'	熱之透入量	備註
屋上撒水	無	80	100%	U' (kcal/m <sup>2</sup> h) = 熱傳透係數 × 相當溫度差
屋上撒水	有	21	26	

\* 屋頂為混凝土造，厚15cm<sup>(16)</sup>

表 5-7 屋頂有無撒水時熱收受之比較

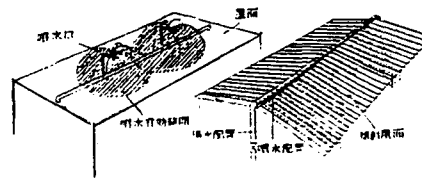


圖 5-19 屋頂撒水法

(3) 玻璃面之防熱

自玻璃面侵入室內熱量不外二種情形 1.因內外溫度差，熱依傳導而侵入室內， 2.因日射通過玻璃而直接侵入室內。當建築物開窗較多，特別當有西

建築物外壁構造	牆厚 cm	熱傳透係數 U (kcal/m <sup>2</sup> h°C)	室溫變動率 δ
磚牆	21	1.6	0.046
輕質混凝土	21	2.1	0.052
混凝土牆	21	3.1	0.064
同上	15	3.6	0.102
輕質空心磚牆 (空隙率50%)	21	2.2	0.127
土牆	5	3.8	0.57
雙層板牆 (2cm 杉木板，空10cm)	14	1.4	0.68
保溫混凝土牆 (混凝土厚 15cm，岩綿1.2cm)	16.2	1.7	0.048

(資料來源：文16，p.224)

表5-8 各種建築物外壁構造之熱容量與室溫動率



等級	材 料 (表 面)	$\epsilon$ (10-40°C)	$C = \epsilon \times 4.88$ kcal/m <sup>2</sup> hK <sup>4</sup>	Asu %
0	完全黑體	1	4.88	1
1	大空洞上開設之小孔	0.97-0.99	4.73-4.83	0.97-0.99
2	黑色非金屬面 (瀝青, 石板, 油漆紙)	0.90-0.98	4.39-4.73	0.85-0.98
3	紅磚, 磁磚, 混凝土, 岩石, 銹鐵板, 暗色油漆 (赤, 咖啡, 綠等)	0.85-0.95	4.15-4.64	0.65-0.80
4	黃色磚, 岩石, 耐火磚, 耐火土	0.85-0.95	4.15-4.64	0.50-0.70
5	白, 淡奶黃色磚, 磁磚, 油漆, 紙粉刷, 塗料	0.85-0.95	4.15-4.64	0.31-0.50
6	窗玻璃	0.90-0.95	4.39-4.64	大部通過
7	光澤之鋁漆, 金色或銅色漆	0.40-0.60	1.95-2.93	0.30-0.50
8	純色黃銅, 銅, 鋁, 鐵皮, 磨光鐵	0.20-0.30	0.98-1.46	0.40-0.65
9	磨光黃銅, 銅, monel metal	0.02-0.05	0.098-0.244	0.30-0.50
10	磨光之鋁, 白鐵皮, 鋁, 鋅	0.02-0.04	0.098-0.195	0.10-0.40
11	石綿板	0.96	4.68	
12	玻璃板	0.94	4.59	
13	紅 磚	0.93	4.54	
14	粉 刷	0.91	4.44	
15	柚木刨光面	0.90	4.39	
16	鐵皮 (略有光澤, 氧化, 灰色)	0.23-0.28	1.12-1.37	
17	氧化鋁板	0.1-0.2	0.49-0.98	
18	鋁 箔	0.06	0.29	
19	磨光鋁板	0.04	0.195	
20	水 面	0.95	4.64	

(資料來源：文16)

表 5-9 各種材料之輻射率，輻射常數與日收率

向開窗時，情形 2 則成爲室內吸收熱日射熱量之主要途徑，欲防止日射熱量經由此一途徑進入室內，較常用之方法爲使用遮陽處理或於窗內側加裝窗簾，使日射不致直接進入室內；此外亦有使用各種隔熱玻璃以減少熱量進入室內者，當日射熱量投射於玻璃面後，一部份自其表面反射之，其餘部份則透過玻璃，透過的部份又有一部份是直接侵入室內，另一部份則被玻璃吸收，再向室內及室外輻射之（圖5-20），普通玻璃之透光率高（約達82%），而反射率低，加上熱傳導抗阻值小，故大部份的熱量直接進入室內。隔熱玻璃反射率大，透入室內之熱量比普通玻璃少，被玻璃吸收之熱量再向室內傳導之，故室內所增加之熱量主要係由輻射而來。若使用隔熱玻璃之同時又能加上遮陽設備或窗簾，則更能增進隔熱效果（文29）。若與一般牆壁比較起來，玻璃仍爲不利於隔熱的材質，所以在建築物開窗時，應同時考慮其對室內採光、通風、隔熱三者之

影響，以提高室內環境之品質。

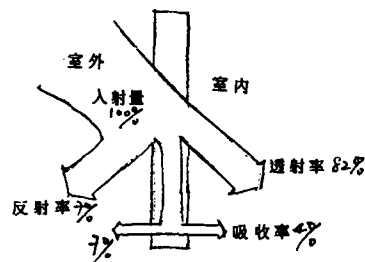


圖5-20 玻璃中之線行徑示意圖

臺灣農宅閣樓，無論屋頂、牆面、地板與開口材料，大多未考慮隔熱頂處理，故其隔熱性能較差，加之木構造屋頂和地板中之間隙均較 R.C. 構造爲大，是造成閣樓夏季白天較熱，晚上較涼，日夜溫差大以及冬季易感寒冷的主要因素。欲改善此一缺點，前述各項隔熱方法均可參考做爲改善之依據。

綜合以上所述，可將改善閣樓隔熱性能方法整理如下：

1. 屋頂和牆面部份加設隔熱材料或空氣層。
2. 避免西向開窗，或於開窗部份加以適當之遮陽和窗簾。
3. 於通風出口處，加設通風機，促進熱量排除。

## 六、閣樓空間設計案例與評估

本章將用前述的閣樓空間設計中應注意的各項要件，在閣樓改建及閣樓新建中，用一案例做進一步的設計說明。

本案例是在不改變一樓主要空間分配原則下，去進行閣樓加建的設計；在閣樓空間之處理過程上，皆參酌前面各章之設計要點，故該案例可做為前述理論部份之應用說明，以下為該案例之各類圖樣示範設計及解說

### 6-1 設計背景

(一) 農宅配置與使用情形：

該戶農宅建築座落於坡地上，主入口坐北朝南，整體成L型配置。農宅內共有6間房間，其使用現況如圖 6-1

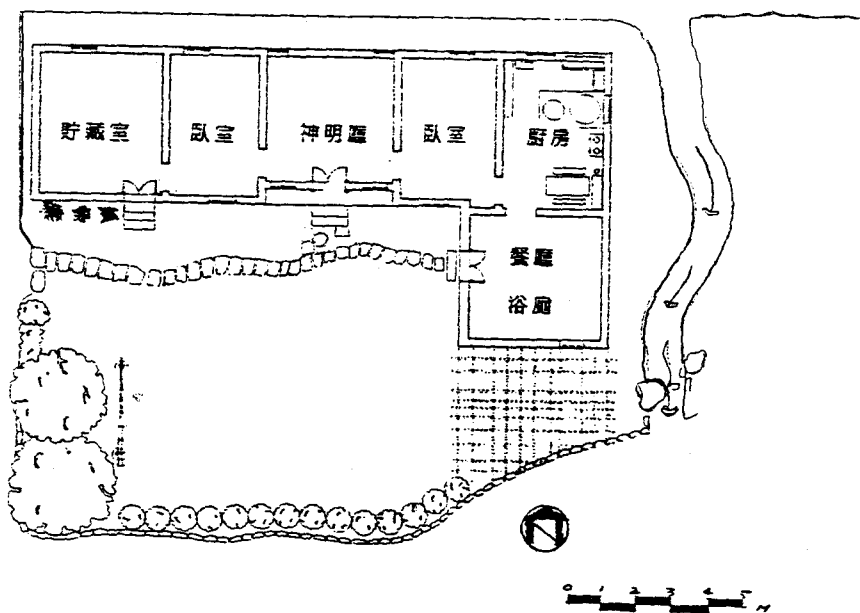


圖 6-1 案例一農宅平面圖

(二) 使用建材與造型：

農宅興建年代甚早，現為紅磚牆構造，並覆閩南紅瓦。(圖 6-2)

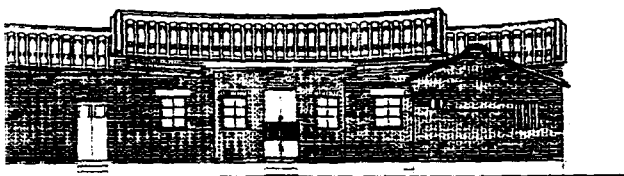


圖 6-2 案例一農宅立面圖

(三) 農宅使用問題：

據農宅主人表示，農宅在使用上的主要問題在於缺乏臥房供孫子女使用以及較多的空間供生活使用。

(四) 改善建議：

以農宅目前狀況來看，農宅在使用上主要問題即為空間不足。而限於基地範圍，農宅無法朝四周擴建，故此，朝高擴建農宅空間，應為解決農宅空間不足問題之可行方法。以下即嘗試以本研究增建閣樓之理論進行設計。

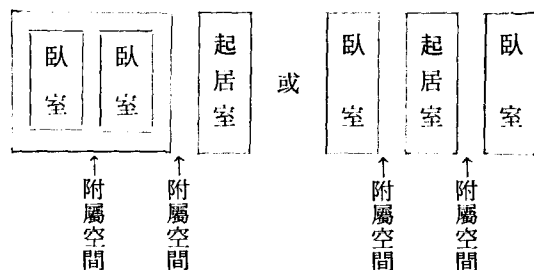
### 6-2 設計說明

一、機能的確定：

研究中認為在考慮閣樓空間設計時，機能以屬靜態活動，較具私密性的農宅空間來安排閣樓機能較為適合，包括起居室、書房、手工藝室、娛樂室、臥室、貯藏室等。

至於本案例，係以增加臥室空間為主要要求，在機能性質上，符合研究中界定之閣樓機能，為使孫子女亦有共同活動及與父母相處之私密性空間，此一閣樓增建，亦將包括一起居室空間。在三項主要空間之間，則可適當安排貯藏或讀書空間以及垂直動線等附屬空間。

配合農宅正身呈一直線形態，前述各項空間，可有下列二種組合



前者係將睡眠區與公共空間劃分開來安排，在機能劃分上較不易互相干擾。然因受限於農宅之型態，將造成其中一間臥室與起居室動線過長；而後者以起居室位於兩臥室之間，兩臥室與起居室之間的動線相等；從另一方面來看，起居室亦可成為兩臥室間之緩衝空間，在平面安排上或許較為適當。

## 二、空間量的增加：

在空間屬性決定後即需進一步考量閣樓空間是否能夠滿足上述機能之需求；為使閣樓空間有足夠之空間量可供使用，閣樓空間在設計時可以不同的方法來增加空間量。本研究第四章空間量的調整一節中所提出的方法包括：

- (1)增加屋頂斜率
- (2)提高牆面高度
- (3)改變屋頂的形狀
- (4)開直立窗
- (5)增加農宅深度

其中第三項改變屋頂的形狀，雖屬增加閣樓空間量方法之一種，然此一方法將使屋頂剖面的形狀成為圓形或五角形，與臺灣一般傳統農宅屋頂山形剖面相比較，形態上變化相當大，在景觀上較不易與農村景觀調合，故在目前的閣樓空間設計上，此一方法似應暫且保留，而以其他幾種方法來增加閣

樓的空間量。

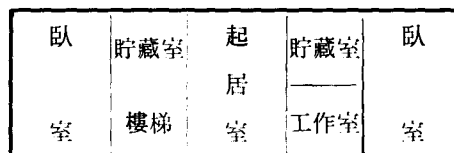
除了第三種方法之外，其他各種方法均是在維持原有農宅屋頂山形剖面之原則下，設法增加閣樓之空間量。若以是否在原有農宅建築面積範圍外，延伸閣樓樓地板面積來看，四種增加空間量之方法又可分為：

- 1.增加面積法：增加農宅深度
- 2.不增加面積法：包括增加屋頂斜率、提高牆面高度、開直立窗等方法。

增加面積法需考慮到農宅基地是否有足夠的範圍可以擴充，否則無法僅以此種方法達到增加閣樓空間量的目的；反之，若能充分運用基地條件，不僅可以增加閣樓使用空間，亦可使農宅配置更加適切。如增加農宅深度或將閣樓樓地板延伸至相鄰坡地。

對於無法以增加面積法增建閣樓的農宅，在閣樓空間設計時，則以不增加面積法來做增加閣樓空間量之考量，即運用改變屋頂斜率、增加牆面高度、開直立窗等方法來調整閣樓空間量。

依據上述原則來看，本案例農宅基地範圍有限，農宅後方雖有坡地，然屬他人土地範圍，故僅能在原有建築範圍之上進行閣樓增建，並安排前述確定之機能。依前述機能考慮，可獲致初步之閣樓之平面格局如下圖：



以農宅現有屋頂斜度（ $22.3^\circ$ ），若欲保持底層空間具有3米之高度，而在3米高度處加設一層樓板，可發現其所構成之斜屋頂下閣樓空間幾乎無法提供任何使用。欲提供一可使用之閣樓空間，則必須運用前述不增加面積之諸種方法來增加閣樓空間量。

以本研究第四章中所論，欲滿足閣樓空間可提供坐姿高度以上的活動使用，則其最矮牆面高度至少為1米（見本研究第四章第三節）。根據此原則調整設計案例閣樓，約使閣樓增加了  $73\text{m}^3$  即約215% 的空間量，此時的屋頂斜率仍維持在  $22.3^\circ$ ；然在此情況下從剖面來看，大部份的空間仍低於一般人行走時立姿的高度，對於閣樓空間上亦將產生許多不便。而可供坐姿或臥姿活動使用之部份，

因屋頂斜率過小亦會造成相當的壓迫感（圖6-4）。

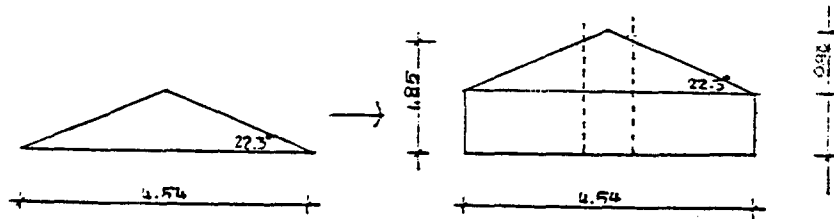


圖 6-4 案例一農宅空間量改變剖面示意圖

故此，仍須用增加屋頂斜率的方法來做調整。至於其調整的限度是多少，除以實際空間量增加的效益來判斷外，由於屋頂斜率改變，同時造成屋頂造型的改變與屋頂在承受風壓和屋頂載重等結構效應的改變，並造成造價的增加，故需在各項因素容許之範圍內來檢視屋頂斜率的改變度，因本研究未涉及造價之分析，所以在此處，將針對前三者進行探討，同時亦配合增加牆高後空間量產生的變化，俾作合理的選擇。

在造型上，臺灣斜屋頂房舍之斜率約介於  $12^{\circ}$ — $40^{\circ}$  之間。而本案例農宅原屋頂斜率為  $22.3^{\circ}$ ，故此處將以  $22.3^{\circ}$  至  $40^{\circ}$  為上下限來討論空間量增加的情形。而空間量增加的標準，本研究在第四章討論時係以活動時至少有一半之空間其高度超過一般人穿衣時之高度，即占 50% 以上之空間其高度在 185cm 以上；在結構效應上，斜屋頂之應力受着風壓、屋頂載重等因素之影響。表 4-2 即曾載列不同

斜率之屋頂所受之風壓。一而而言，斜率愈大，所受風壓愈大。王鼎盛和李大剛先生在「農舍鋼屋架之最佳化設計」中曾綜合考慮各種應力，指出此類斜屋頂斜率以  $26^{\circ}$ — $32^{\circ}$  最佳<sup>(32)</sup>，此一數據在  $20^{\circ}$ — $40^{\circ}$  之範圍間，故亦為選擇之依據標準。

案例農宅之深度為 4.54 米，總長度為 16 米，則依農宅剖面示意圖可知（圖 6-5），當牆面高度提高為 L 時，而屋頂斜率為  $\theta$  角時，則閣樓空間高度超過 185cm 之空間量為

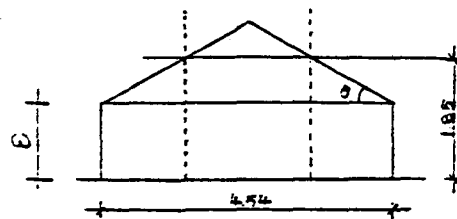


圖 6-5 農宅剖面示意圖

閣樓牆高 (M)	屋頂斜率	空間總體積 (A) (M <sup>3</sup> )	超過 185cm 高度之空間體積 (B)	A : B (%)	斜率是否在結構最佳化之範圍
1	20	102.56	0	0	否
	25	111.04	27.82	25	是
	30	120.16	52.57	43.7	是
	35	130.24	74.24	57	是
	40	141.76	95.2	67	否
1.1	20	109.76	11.42	10	否
	25	118.24	42.24	35.7	是
	30	127.36	66.11	51.9	是
	35	137.6	86.38	62.7	是
	40	148.96	106.54	71.5	否
1.2	20	117.12	29.08	24.8	否
	25	125.6	57.39	45.6	是
	30	134.72	79.72	59.1	是
	35	144.8	98.96	68.3	是
	40	156.32	118.24	75.6	否

表 6-1 案例一農宅閣樓空間量增加分析

$$16 \times (2.27 \times \tan\theta + L + 1.85) \times \left[ \frac{2.27 \times \tan\theta - (1.85 - L)}{2.27 \times \tan\theta} \times 2.27 \right] / 2 \times 2 \quad (1)$$

而總空間量為

$$16 \times [(2.27 \times \tan\theta + L) + L] \times 2.27 / 2 \times 2 \quad (2)$$

將1式除以2式即為高度超過185cm之空間占總空間之比例。依前述討論，分別將高度L以100，110，120，斜率以20°，25°，30°，35°，40°代入，則可整理出下表(表6-1)：

若僅由屋頂斜率考量，由上表可發現，當牆面愈高，屋頂斜率愈大時，所增加之閣樓空間量亦愈大，且屋頂斜率超過30°，即可符合閣樓空間超過185cm高度之空間比例需達總空間之50%之要求，然若加上結構之考量，則由表中可發現35°以上的屋頂斜率，已超過結構最佳化之斜率範圍，因此，本案例之屋頂斜率應介於30°至35°之間為最佳。在此範圍，32°又為斜屋頂結構考慮下之最佳斜率，以此值再代入計算式，並在提高1米高牆面之情況下，超過185cm高度之空間比例亦可達50%；而1m高牆面較諸1.1m和1.2m之牆可省下10cm和20cm高之牆面材料，且一般坐姿視線穿透之高度約在90cm至100cm之間。故此，本案例將以提高牆面1米高，改變屋頂斜率至32°來增加其空間量。

### 三、傢俱之安排與空間之調整

由前述二項分析，本案例可獲致一初步之平面架構與空間形態，即牆面提高1米，屋頂斜率為32°，而平面則如前圖所示，除此之外，因閣樓空間位於斜屋頂之下，依其室內高度的不同，在空間使用上，應有適當的劃分，方能使空間使用更加有效。

在本研究第四章空間量的限制一節中，以人體工學之觀點來看閣樓空間之使用，並以人體活動立姿、坐姿、臥姿之高度來檢視閣樓空間之高度限制，除已於前段所述，閣樓最低牆面高度應達100cm外，且在距牆面120cm處之垂直高度，應達175cm；此一限制係以高度100至175cm之區域，可供坐姿活動使用為着眼，因此，閣樓空間使用區域，若依高度劃分，可分為高度100cm至175cm的區域及高度175cm以上的區域(圖6-6)。

高度100cm至175cm公分之區域以靜態活動使用為佳，如讀書、作業、睡眠等使用，或闢為貯藏室間，而175cm以上之區域，主要供立姿活動

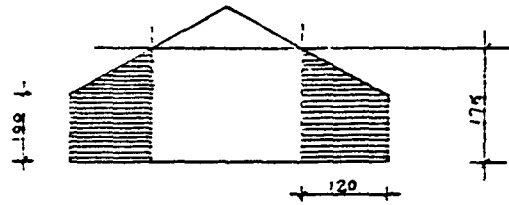


圖 6-6 農宅閣樓高度示意圖

使用，如行走的動線或更衣等用途，所以與空間使用機能直接相關的傢俱應依此原則來安排。以案例平面圖來看，斜線部份代表175cm以下的區域，則在臥室空間，其傢俱如床鋪或讀書之書桌，應儘量配置於斜線區域，貯藏空間亦可於此區域中安排；在起居室中斜線區域，主要安排桌椅及矮櫃，非斜線區域，則作為自由活動和行走動線的空間(圖6-7)。

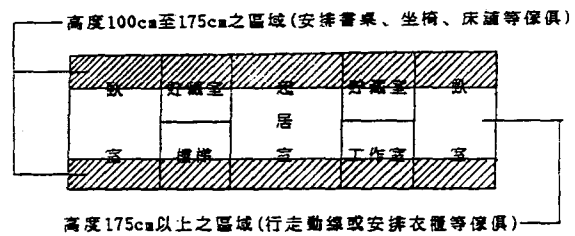


圖 6-7 閣樓傢俱安排分區示意圖

當傢俱安排決定後，案例閣樓之機能和使用方式已大致決定，此時可根據不同空間之性質做調整，案例中期望起居室為——孫子女自由活動及與父母相聚之家庭空間，需要較寬敞之感覺，因此，將在前述閣樓空間以改變屋頂斜率、增加牆面高度等方式增加閣樓空間量之外，再以直立窗之方式增加起居室之空間量，以增加室內空間感和光線，此外，亦為配合原有農宅造型之中間房間較高，兩側房間較低形成的主從秩序，故將臥室以外之中央空間其牆面再提高35cm(此值係農宅原有之高低差距)，以形成主從之分，並配合社區既存農宅造型之高低關係(圖6-8)。

在閣樓的空間機能決定和空間量經過適當的調整之後，可獲致案例閣樓之初步空間形態和機能，然而僅決定機能和提供適合於人體工學行為考慮之空間，並不能使人舒適地在閣樓活動，在本研究的

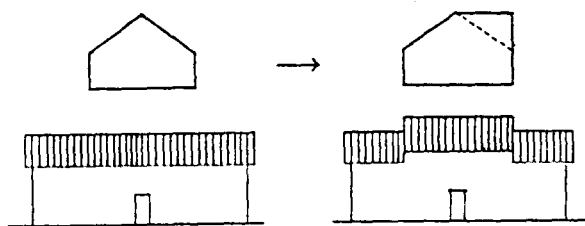


圖 6-8 閣樓空間與造型調整示意圖

早期閣樓實例調查中，可發現許多閣樓即因為存在多項物理環境上的問題，而使得一般農民對閣樓的使用意願不高，這些問題在本研究第五章中曾做一探討，它們包括採光、通風和隔熱等方面的問題，故在本案例中亦將根據前述探討結果，逐項討論有關物理環境的考慮。

#### 四、採光考慮

自然採光之獲得，主要與建築物之開窗大小、方位和方式有關，且由於開窗亦對通風、隔熱產生影響，故亦必須在通風、隔熱考慮中再予以檢視，此處則先依案例採光需要決定開窗之方式，而於討論通風、隔熱再予適度的配合與修正。

依第五章中所論，採光量之多寡（即所謂的照量度），隨不同之室內活動而有不同（見表 5-1），當照度確定後，可依下列計算求得空間所需之窗面積。

$$A_w = \frac{E_r \times A_r}{400}$$

$A_w$ ：窗面積（ $m^2$ ）

$A_r$ ：樓地板面積（ $m^2$ ）

$E_r$ ：照度（lx）

故依前面有關案例空間機能之討論所初步決定之平面架構，分別將其空間機能、面積、要求照度代入計算式，則可得下表（表 6-2）：

	樓地板面積 ( $M^2$ )	要求照度 (lx)	計算採光 面積 ( $M^2$ )	法規規定 採光面積	採光面積 ( $M^2$ )
臥室 A	14.07	35	1.23	1.76	1.23
貯藏室 A	3.92	10	0.1	0.49	0.2
樓梯間	6.37	25	0.4	0.8	0.4
起居室	15.12	35	1.32	1.89	1.89
貯藏室 B	4.32	10	0.11	0.54	0.2
工作室	7.02	100	1.76	0.9	1.76
臥室 B	11.76	35	1.03	1.47	1.03

表 6-2 案例一農宅閣樓採光面積分析表

表中窗面積數值，除工作室外，均小於依我國建築法規規定「建築物居室……採光面積……不得小於該樓地板面積之八分之一」所求得之採光面積數值，此差距或因法規之訂定主要係依據都市環境之採光情形而設計，且其為一通用值，並未分別考慮不同空間之狀況，故此處將以法規規定之採光面積為參考值，而以計算所得之數值為主，來進行調整，但原則上，仍希望能符合法規之要求。依本研究第五章有關開窗形式和採光量之討論中，可知屋頂窗之採光量約為同面積側窗（直立窗）之三倍，法規規定之採光面積係根據直立窗所定，故依計算式求得採光面積之諸空間，若採屋頂窗之採光方式，則相當於三倍面積直立窗之採光量，在此情況下，臥室 A、B，樓梯間之採光量，均可超過法規

之標準，可不必再做調整，而貯藏室 A、B 則仍未達法規規定之數值，故需加以調整至  $0.2m^2$ ，即其 3 倍面積可超過法規規定之數值，此外，由於前述起居室擬採直立窗之方式增加空間量，故此，必須將採光面積調整至  $1.89m^2$  以符合法規之要求，至於工作室之部份，則為能提供閱讀和手工藝製作之用，需較一般居室為亮，故將以計算式所得之窗面積為準。綜合以上分析，最後各空間之採光面積將如表 6-2 中所列各項數值。

#### (一) 開窗方位

在開窗方位上，需配合主要自然光源，以案例農宅坐北朝南的方位，主要開窗方位應在閣樓的正立面上。

### 三、開窗形式

本研究在第五章曾分別討論閣樓兩種主要開窗形式，即屋頂窗和頂側窗（見表 5-1），據比較，頂側窗較耗費材料，但具有增加空間量之優點，而屋頂窗則節省材料且具有較佳的採光效果，依此不同的特性，加上在空間討論部分，曾期望案例中之起居室具有較大空間，故將在起居室開窗部分使用頂側窗，而其他空間則使用屋頂窗。

### 五、通風之考慮

此案例閣樓主要作為居室之功能，在通風量之要求上，以能達到  $8\text{m}^3/\text{hr}$  為標準，而依我國建築法規有關通風口面積之計算，欲達此一標準，通風口之面積應達樓地板面積  $1/20$  以上，根據此標準計算，案例閣樓各空間之通風口面積如下表：

			樓地板面積 ( $\text{M}^2$ )	通風口面積 ( $\text{M}^2$ )
臥室	A		14.07	0.7
貯藏室	A		3.92	0.2
樓梯	間		6.37	0.32
起居室	B		15.12	0.72
貯藏室	B		4.32	0.22
工作間	B		7.02	0.35
臥室	B		11.76	0.59

表 6-3 案例一農宅閣樓通風口面積計算表

其中除貯藏室之外，各空間通風口面積要求均低於在採光要求下之開窗面積，因此在數值上，前面討論之採光開窗面積已達通風口面積之要求，然而，依第五章第二節所述之通風原則可知，有效之通風需藉空氣對流之方式達成，若僅具一入風口，將使通風效果降低甚多，為使通風更加有效率，本案例將於閣樓北向屋頂上方，開設通風口，以促進室內空氣對流，依熱空氣自然上升之原理以及通風口平面配置原則（見 § 5.2），在本案例農宅配置

之情況下，當夏季吹西南季風時，冷空氣可由南向開窗進入，而熱空氣上升後，則可由屋頂上方通風口排出，有利於閣樓室內熱量的排除。唯在此情況下，如下圖所示，閣樓  $1\text{m}$  以下之區域可能成為通風之死角，因此，將再於閣樓南向立面  $1\text{m}$  高之牆面處開設通風口，以使室內各部分均能達到通風之目的（圖 6-9）。

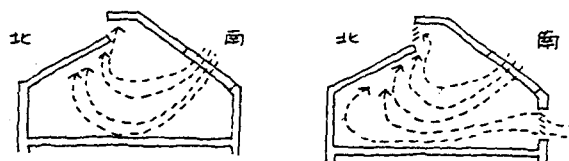


圖 6-9 案例一農宅閣樓通風口之調整

### 六、隔熱之考慮

閣樓必須有充分之隔熱處理，方能舒適的使用。以下則分從本閣樓案例之各相關部位，討論隔熱之可行方法，主要包括屋頂、牆面和開窗三部分。

#### (一)屋頂

此案例屋頂、牆面和開窗三者的面積，分為  $61.6\text{m}^2$ ， $56.9\text{m}^2$ ，以及  $6.7\text{m}^2$ ，故屋頂在閣樓隔熱上佔有決定性的地位，關於各種閣樓屋頂隔熱的方法，依第五章隔熱的討論，較簡單而有效的方法，為利用隔熱材料鋪設於屋頂下方，使熱不致直接由屋頂進入室內，其差距可由熱傳透率（U）的改變看出，下表即為使用玻璃纖維隔熱材與未使用時所計算出之熱傳透值的比較（表 6-4）：

名稱	構造大樣	厚度 (d) (m)	熱阻係數 (1/K) ( $\text{m}^2\text{C}/\text{W}$ )	熱阻 (d/K) ( $\text{m}^2\text{C}/\text{W}$ )	總熱阻 ( $\sum d/K$ ) ( $\text{m}^2\text{C}/\text{W}$ )	熱傳透率 (U) ( $\text{W}/\text{m}^2\text{C}$ )	
屋頂		外氣膜	—	—	0.04	1.256	0.71
		瓦片	0.012	1.2	0.014		
		空氣層	0.03	—	0.16		
		玻璃纖維	0.03	27	0.81		
		夾版	0.03	8.3	0.249		
內氣膜	—	—	0.143				
屋頂		—	—	0.04	0.197	5.067	
		0.012	1.2	0.014			
		—	—	0.143			

表 6-4 屋頂使用隔熱材與否之熱傳透率比較表

由比較可知，前者之熱傳透率僅約為後者的1/7，故隔熱效果相當良好，而玻璃纖維在使用上，常再加上一層高反射率的鋁箔而成為鋁箔氈，以同時阻隔太陽的輻射熱，隔熱效果更佳，故本案例將採用鋁箔氈為主要的屋頂隔熱材。

### (二)牆

在本案例中牆面所占面積約為外牆總面積之40%，農宅配置係以南北向為長邊，而北向牆面並無太陽直曬之顧慮，故牆面並非熱量的主要來源，因此乃將使用單層牆面隔熱；臺灣地區係以紅磚、空

材 料	熱傳導係數 (Kcal m <sup>2</sup> h°C)
紅 磚	0.34—0.42
空心磚	0.39—0.4
R. C.	1.10—1.40

表 6-5 紅磚、空心磚與R.C.建材熱傳導係數比較表

心磚和R.C.為常用的牆面材料，三者之中，以紅磚和空心磚的熱傳導係數較低（表6-5），而案例農宅原來即為紅磚牆，若再加上配合原有建築材料在色彩之考慮，以採用紅磚外牆為較佳之選擇。而為加強隔熱效果，亦將在東向、西向、南向之牆面以夾板形成空氣層之作法，減低熱量之透入。

### (三)開窗口

雖然以雙層或三層玻璃的作法可降低玻璃之熱傳係數，但相對地，亦將使窗之造價提高甚多，故用增加玻璃的層數來降低熱傳係數，對農民而言並不經濟，此外，都市建築物，常用防曬玻璃或反射玻璃做為隔熱之用，然此類玻璃顏色頗深，致使對外視線不良，在農村採用並不適合，依前章討論中之建議，採用遮陽方法，可使開窗部分容易地達到隔熱目的且不影響採光，因此本案例仍沿用一般常用的單層玻璃，但在窗外側將以活動遮陽布或遮陽板，內側則以活動窗簾作為隔熱處理，以增進閣樓整體隔熱效果。

綜合上述閣樓各部位的隔熱作法，可以外殼透熱值計算法檢查總熱傳值 OTTV：

$$OTTV_o = \frac{\sum_i U_{oi} \times A_{oi} \times TD_{eq} + \sum_j U_{rj} \times A_{rj} \times \Delta T + \sum_k A_{rk} \times SF_k \times SC_k}{A_o}$$

$\sum_i U_{oi} \times A_{oi} \times TD_{eq}$  = 不透光部份熱傳導量之和

$\sum_j U_{rj} \times A_{rj} \times \Delta T$  = 透光部份熱傳導量之和

$\sum_k A_{rk} \times SF_k \times SC_k$  = 透光部熱輻射量之和

$U_{oi}$  = 各部份牆壁之熱傳透率 (W/M<sup>2</sup>C)

$A_{oi}$  = 各部份牆壁之面積 (M<sup>2</sup>)

$TD_{eq}$  = 各部份牆壁之等效溫差 (°C)

$U_{rj}$  = 各部份玻璃之熱傳透率 (W/M<sup>2</sup>C)

$A_{rj}$  = 各部份玻璃之面積 (M<sup>2</sup>)

$\Delta T$  = 室內外溫度差平均值 (°C)

$SF_k$  = 各部份玻璃之日照因素 (W/M<sup>2</sup>)

$SC_k$  = 各部份玻璃之遮陽係數

$A_o$  = 外牆總面積 (M<sup>2</sup>)

$OTTV_o$  = 外牆總熱傳值 (W/M<sup>2</sup>)

將各值代入計算式，可得

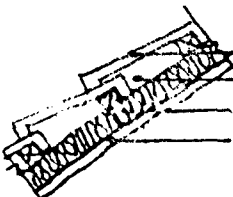
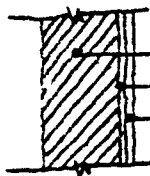
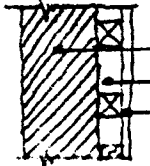

$$OTTV_o = \frac{\text{外牆傳透熱} + \text{外牆輻射熱}}{\text{外牆總面積}} = \frac{579.36 + 416.64 + 452.4 + 214 + 4.69}{81.6 + 19.2 + 37.7 + 6.7}$$

$$= \frac{1667.17}{145.2} = 11.5 \text{ (W/m}^2\text{)}$$

計算出之 OTTV<sub>o</sub> 值約為11.5W/m<sup>2</sup>，遠低於臺灣之規定值 45W/m<sup>2</sup>，故前述之隔熱作法應可使本案閣樓達到良好之隔熱效果。



案例各部份外牆之熱傳導率如下表所示：

名稱	構造大樣	厚度 (d) (m)	熱阻係數 (1/K) (m <sup>2</sup> C/W)	熱阻 (d/K) (m <sup>2</sup> C/W)	總熱阻 ( $\Sigma d/K$ ) (m <sup>2</sup> C/W)	熱傳透率 (U) (W/m <sup>2</sup> C)
屋頂		外氣膜 — 瓦片 0.012 空氣層 0.03 鋁箔氈 0.03 夾板 0.03 內氣膜 —	— 1.2 — 27 8.3 —	0.04 0.014 0.16 0.81 0.249 0.143	1.256	0.71
牆面 A		外氣膜 — 紅磚 0.23 水泥粉光 0.01 油漆 0.005 內氣膜 —	— 1.61 0.67 0.67 —	0.04 0.37 0.007 0.003 0.04	0.46	2.17
牆面 B		外氣膜 — 紅磚 0.23 空氣層 0.03 夾板 0.03 內氣膜 —	— 1.61 — 8.3 —	0.04 0.37 0.16 0.259 0.04	0.86	1.2
玻璃		外氣膜 — 玻璃 0.006 內氣膜 —	— — —	— — —	—	6.4

\*牆面A為北向之牆面，牆面B為東、西、南向之牆面

表 6-6 閣樓案例外牆各部位熱傳導率表

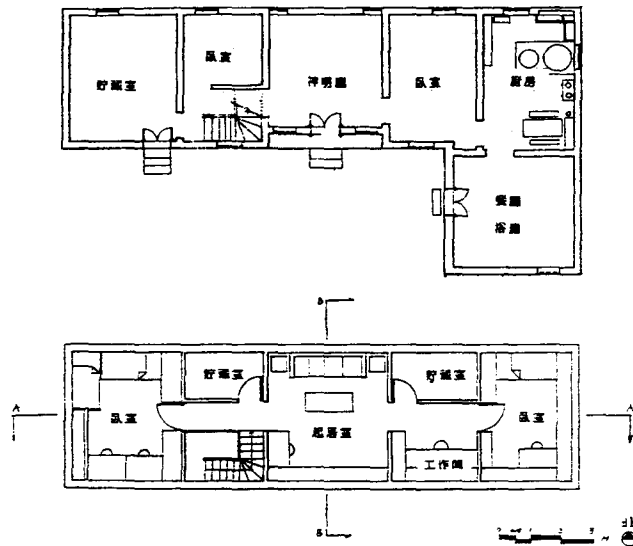


圖 6-10 案例一農宅增建後地面層與閣樓層平面圖

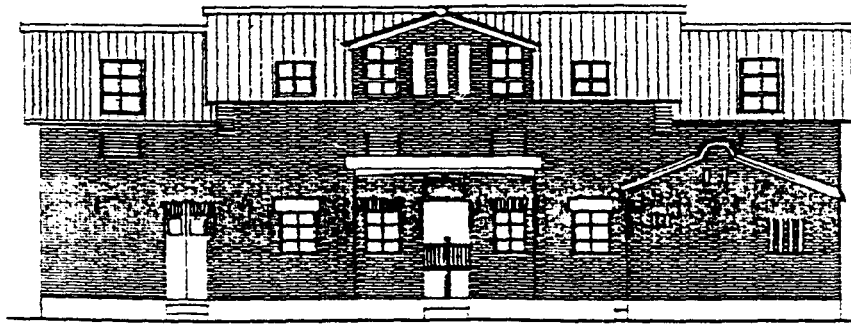


圖 6-11 案例一農宅增建閣樓後南向立面圖

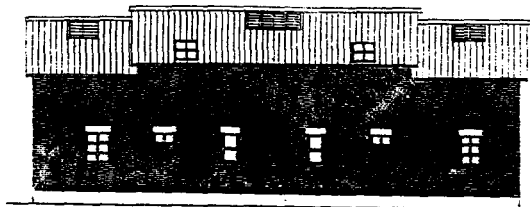


圖 6-12 案例一農宅增建閣樓後北向立面圖

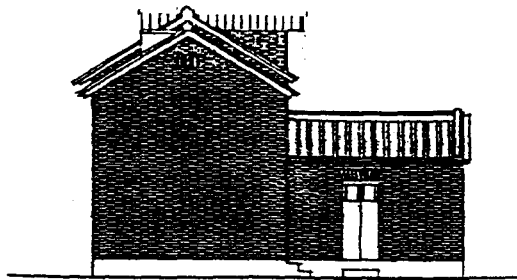


圖 6-13 案例一農宅增建閣樓後西向立面圖

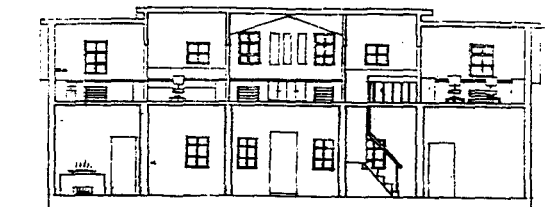


圖6-14案例一農宅增建閣樓後剖面圖 (A-A)

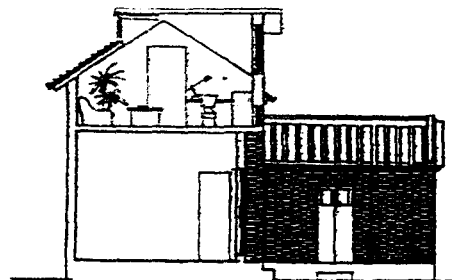


圖6-15 案例一農宅增建閣樓後剖面圖 (B-B)

## 七、結 論

臺灣農宅存在之各項問題非一朝一夕均能加以解決，而閣樓空間之設計係針對農宅增建問題提供一可行之解決之道，經本研究探討結果顯示，可發現原則上僅需增加牆面約 1 公尺之高度，配合屋頂斜率之提高，即可提供一實用之閣樓空間，可謂相當經濟，而閣樓增建可仍保持斜屋頂之造型，與傳統農村景觀較能協調，故應能為當今農宅增建所參考。

而於進行閣樓空間設計時，必須妥善考慮空間機能與空間高度之關係，以及通風、採光、隔熱之諸項問題，方能提高閣樓空間之品質，增加其實用性，避免如早期農宅閣樓所存在之種種問題，以致使用機能上受到限制的情形發生。

以下即綜合前面各章所述，依據閣樓空間設計之步驟，分項說明各步驟經探討所得之要點：

### 1. 空間機能之確定：

閣樓增建，首先必須先確定其使用機能，方能進一步瞭解各空間在空間量或物理環境等方面之要求，並據以決定初步之平面架構。而依本研究第四章空間機能中討論，並非所有的農宅空間機能均合適置於閣樓空間，經分析結果，係以屬於靜態活動，較具私密性的農宅空間來安排閣樓機能較為適合，這一類的空間包括起居室、書房、手工藝室、娛樂室、臥室、貯藏室等，其中臥室、貯藏室為早期農宅閣樓傳統採用之機能，而其他各項在農民逐漸重視居家和休閒生活的今日，亦可為設計時之主要考慮。

### 2. 空間量的調整：

其次需考慮在前述各項機能下，閣樓是否具有足夠的空間以容納所需的機能，此一考慮，不僅視閣樓樓地板面積是否足夠而定，亦需考慮是否具有足夠之高度，以使使用者能在設計之閣樓空間自由活動。早期農宅閣樓即常因空間高度不足，而減少了空間機能種類。

經研究之分析，閣樓空間，可以增加農宅深度（當農宅具有足夠之基地擴建時）、改變屋頂斜率、提高牆面高度和開直立窗等方法來增加閣樓空間量。且據本研究在案例的探討，在農宅建築面積一定時，以增加屋頂斜率至  $32^\circ$ ，提高 1 公尺的牆面高度，可獲得一較佳之閣樓活動空間。

### 3. 傢俱之安排與空間之調整：

依閣樓空間高度不一之特性，欲充分利用閣樓空間，亦需在空間量增加後，詳加考慮各空間區域之使用，並將加相關傢俱做適當之安排，以獲致最大使用效能之閣樓空間。

據本研究第四章有關空間之限制的探討所獲致的結論，高度 100cm 至 175cm 之閣樓區域以靜態活動使用為佳，如讀書、作業、睡眠和貯藏等用途，故其相關之傢俱，如書桌、床鋪、貯藏櫃應儘量安排於此高度之區域，而高度 175cm 以上的區域，則主要供立姿活動使用，如行走的動線或更衣等用途，故此區域，應儘量保持通暢。

而在空間機能、空間量及使用區域確定後，設計者可再根據不同空間之性質之調整，如某些空間需要較寬敞、明亮的感覺，則可斟酌再增加空間量，如研究案例農宅閣樓之起居室，即再以開直立窗方式調整空間量，以使起居室更加寬敞，此外，有時為配合造型，亦可再做若干調整，如案例農宅，即在空間內部各需求已達成後，將起居空間再予提高，以配合原有農宅之造型。

### 4. 採光考慮：

在閣樓空間機能決定之後，閣樓空間設計亦需根據各空間之機能，提供足夠之採光量，採光主要與建築物之開窗大小、方位和方式有關，依本研究之探討，在開窗大小方面，可依據文中所列之採光計算式及檢討我國相關建築法規，再根據各空間實際之需求而獲得，而在方位上，應避免直接朝東、西方向開窗，而以南向的開窗為主，因其可獲得較足夠且均勻的光線。至於開窗方式，研究中所提出之兩種主要開窗形式，即屋頂窗和頂側窗各有其不同之優缺點，前者可獲得較大之空間量，但較為耗費材料，而後者，則節省材料且具有較佳的採光效果，但防雨漏之效果較差，而究係採用何種窗戶，亦需視空間機能而加以選擇，以本研究案例為例，即在起居室空間採用頂側窗，而在臥室等空間採用屋頂窗。

### 5. 通風考慮：

依研究探討，在閣樓空間設計時，可先依通風口面積計算式和建築法規求得通風口之面積，而後依據本研究第五章第二節所討論之通風原則，適當配置入風口和出風口，以形成室內空氣之對流，達到通風之目的。

### 6. 隔熱之考慮：

由研究案例分析可知，在熱量進入閣樓的各部

位之面積中，以屋頂所占比例最大，約占60%，故做好屋頂隔熱將可阻絕大部份之熱量，研究案例中係採用熱阻係數  $27\text{m}^2\text{C/W}$  之鋁箔氈做為隔熱材料，此外亦可採用較容易取得之保麗龍板做為隔熱材，其熱阻係數亦達  $25\text{m}^2\text{C/W}$ ，唯前者因尚有一層高反射率之鋁箔片，故除隔絕傳導熱之外，尚可隔絕大部份之輻射熱，故在效果上，將比後者好很多。

其次是閣樓牆面之隔熱處理，因其所占表面積有限，故在隔熱考慮上，可以選擇隔熱效果較佳之建材如空心磚、紅磚等，即可達到牆面隔熱之效果，此外，若再於受熱較大之東西向牆面加強隔熱處理，更可加強牆面之隔熱；至於開窗部份，依研究探討，因玻璃之透熱性甚佳，故用改善玻璃之作法，對於阻絕熱由窗口進入，無法達到顯著之效果，因此建議以活動遮陽之處理，來避免陽光之直射，同時亦不致減少採光之效果。

### 參 考 文 獻

1. 韓選棠，臺灣農村住宅整建及新建原則之探討，中華民國建築師第 123 期（第十一卷第七期），1985 年 7 月，p28-36
2. 浙江民居，尚林出版社，1985，p95-97
3. 同 2.， p96
4. William Benton etc. *The New Encyclopedia Britannica* macropediavolume VII, 15th ed., 1974, p858
5. White Norval, *The Architecture Book*, Alfred A. Knopf Inc., New York, 1976, p229
6. 高婉娟，農村住宅斜屋頂下閣樓空間利用研究，臺大農工系專題研究報告，1987，p11-p13
7. Alexander, *A Pattern Language*. Oxford University Press, 1977
8. 廣東農村住宅調查，中國建築史論文選輯（第二冊），明文書局，1985，p70-71
9. 同 6， p32-p34
10. Med Halley. *Ideal Home Book of Home Improvements*, Hamlyn Ltd., 1984, p170-175
11. 韓選棠，農村住宅的設計與規劃，中國農業工程學報第 34 卷第 3 期，1988 年，p33-35
12. 同 11.， p9-10
13. 劉淑芬譯，日本建築學會，建築設計資料集成(3)——單位空間，茂榮圖書公司，1978
14. 同 10.， p174
15. 劉廷英等，臺灣地區國民營養狀況調查——體位測量，行政院衛生署，1986 p37
16. 王錦堂，建築應用物理學，臺隆書局，1984，p456
17. 黃武達，建築技術規則解說，文笙書局，1984，p B40-B40-8
18. *The Complete Guide to Roof Windows and skylight*, VELUX-AMERICA Inc., 1988, p3
19. 同 10.， 173
20. John Theodore Haneman, *Pictorial Encyclopedia of Historic Architectural Plans, Details and Elements*, p21
21. 同 13.， p96
22. Olygay, *Design with Climate*, Princeton University Press, 1973, p102-112
23. Jarmul seymour, *The Architect's Guide to Energy Conservation*, Mcgraw Hill Ltd., New York, 1980, p40-45
24. Allan Konya, *Design Primer for Hot Climates*, The Architectural Press Ltd. London, 1980, p52-4
25. 洪偉祜，臺灣傳統民居建築氣候適應性之調查研究，成大碩論，1986，p89
26. 白肇亮，臺灣地區建築屋頂構法之研究，成大碩論，1987，p64-65
27. *RWE BAU-HAND BUCH, TECHNISCH ERAUSBAU*, Rheinisch-Westfalisches Elektrizitaetswerk AG, 1975/1976, p15-35
28. 韓選棠，臺灣住宅建築中附（增）建玻璃溫室之實用及技術可行性之研究，國科會，1988，p64-65
29. 同 16.， p238
30. 同 28.， p29
31. 李乾朗，陽明山國家公園傳統聚落暨建築調查研究，陽明山國家公園管理處，1988，p24
32. 王鼎盛，李大剛，農舍鋼屋架之最佳化設計，農業設施與現代農業論文集，中國農業工程學會，1984，p143-155
33. 行政院農委會山地農牧局，山坡地農村地區綜合發展規劃報告——雲林縣古坑鄉桂林、華山村地區，1988，p21
34. 同 33.， p84

收稿日期：民國 80 年 1 月 29 日  
修改日期：民國 80 年 2 月 22 日  
接受日期：民國 80 年 3 月 2 日