

逢甲大學學生報告 ePaper

風土建築的傳熱行為:探討不同地區氣候傳熱差異
Heat Conduction of Vernacular Architecture:
Exploring different Heat Conduction in
Different Regions

作者：黃雅韻、游閔翔、姚佑芯、梁沛昀

系級：建築專業學院學士班 建築二乙

學號：D1038403、D1038876、D0872470、D1177158

開課老師：林衍良

課程名稱：建築物理

開課系所：建築專業學院

開課學年：111 學年度 第 二 學期

中文摘要

一、研究動機及目的:

風土建築是利用在地的自然材料，加上文化與氣候演變而成的特色建築方式，在台灣最常見的是原住民的傳統建築，為了因應氣候與文化特色，演變出不同形式的家屋形式，因此本次研究欲探討風土建築因應不同地區、氣候的建築方式，並且進一步探討其中的傳熱行為，統整不同氣候之下對於傳熱行為的處理方式，希望能將最原始的概念融入現代建築。

二、研究過程及方法:

1. 制定分類方式
2. 劃分氣候區域
3. 尋找代表風土建築
4. 分析風土建築因應地區、氣候的熱傳行為

三、結果:

根據資料蒐集的結果，統整不同氣候之下風土建築的構築方式。

關鍵字:風土建築、傳熱行為

Abstract

1. Research motivation and purpose:

Vernacular Architecture is a types of building that combines culture, climate and uses local natural materials. The most common in Taiwan is the traditional architecture of the aborigines. In order to respond to the climate and cultural, different forms of house came appeared. Therefore, this study intends to explore the architectural methods of Vernacular architecture in response to different regions and climates. Than explore the Heat Conduction behavior in it. Finally integrating the processing methods of Heat Conduction behavior in different climates, hoping to integrate the most primitive concepts into modern architecture.

2. Research process and methods:

1. Develop a classification method
2. Division of climate zones
3. Look for buildings that represent terroir
4. Analyze the heat Conduction behavior of Vernacular Architecture in response to regions and climates

3. Results:

According to the results of data collection, unify the construction methods of vernacular buildings in different climates.

Keyword: Heat Conduction, Vernacular Architecture

目次

中文摘要	1
Abstract	2
目次	3
第一章 傳熱名詞解釋	4
1-1 熱容量	4
1-2 時滯現象	4
第二章 寒帶冰屋	4
2-1 寒帶氣候及冰屋概述	4
2-2 製作工法	4
2-3 冰屋的熱傳	5
2-4 案例	6
第三章 溫帶蒙古包	6
3-1 溫帶氣候及蒙古包概述	6
3-2 製作工法	6
3-3 蒙古包的傳熱	7
第四章 亞熱帶原住民建築	8
4-1 亞熱帶氣候及原住民建築概述	8
4-2 製作工法	8
4-3 原住民建築的傳熱	8
第五章 熱帶夯土建築	8
5-1 熱帶沙漠氣候及夯土概述	8
5-2 製作工法	9
5-3 夯土建築的傳熱	9
5-4 案例	9
第六章 結論	10
參考文獻	11

第一章傳熱名詞解釋

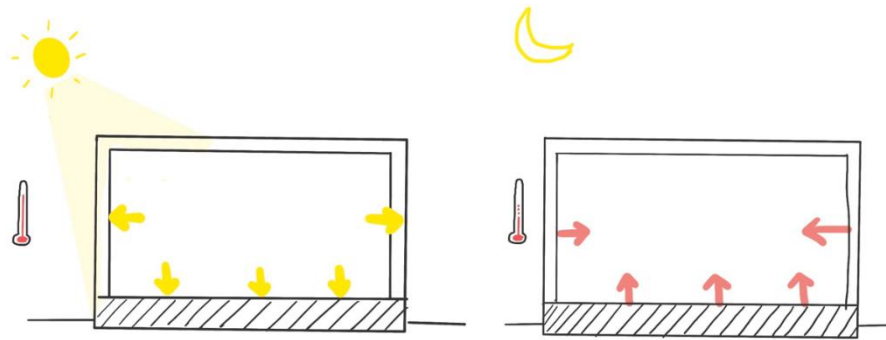
1-1 熱容量(Thermal mass)

是熱力學中的一個物流量，表示物質的溫度每升高一個單位所吸收的熱量。熱容量意謂材料本身會蓄積熱量，延滯熱流傳導時間，高質量的建材通常具有較高的熱容量，例如：土、磚石等……。

具有高熱容量的材料會將較多的熱暫存於材料中再慢慢釋放，因而產生時滯效果

1-2 時滯現象

具有明顯季節變化與高日夜溫差的區域適用高熱容量的材料，因其可利用時滯減緩太陽幅射的吸收，更可藉著夜晚涼爽的氣溫冷卻壁體溫度，於其中儲存冷氣至白晝，調節室內溫度，此即為時滯現象的原理。反之，終年氣候型態均類似的區域，如濕熱氣候，因日夜溫差並不明顯，無法發揮時滯的效果，應避免使用高熱容量的材料，以免散熱不易。



圖一(來源:自行繪製)

第二章寒帶冰屋

2-1 寒帶氣候及冰屋概述

冬季漫長而嚴寒，夏季晝長夜短且空氣中水氣含量小，植物多為地衣、苔癬，土壤多屬於凍土。由於寒帶地區缺少植物與土壤，因此發展出以雪為基礎材料的冰屋，是因紐特人在嚴酷環境所展現的智慧。

2-2 製作工法

用於建造冰屋的雪最適合使用介於粉狀雪與冰塊之間的雪磚，其結構結構具有足夠的強度能被地切割和堆積。而風吹過的雪可以用來連結雪磚間的冰晶。

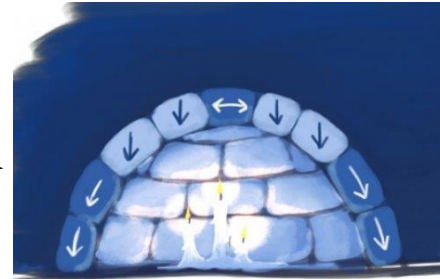
在建築構造方面，有別於一般磚房的建造方式，它是一個圓頂，透過雪磚之間彼此靠攏形成拱形的形狀。一座冰屋的結構能保持穩定，切面形狀會是一條向上的拋物線。而頂端形狀為稍尖的半圓，並非是均勻的。(圖二)拋物線狀的拱形能完整的將結構張力減至最小化，並將雪磚彼此的擠壓力最大化。將雪磚切割為特定的幾何形狀能確保每一層的施力能把其他雪磚壓得相當緊實、穩

風土建築的傳熱行為:探討不同地區氣候傳熱差異

固。然而拱形呈現均勻的半圓，結構中便會有一些張力高的地方，相接的雪晶因無法承受而被拉開，降低整體結構，令冰屋只要受到外力變很容易倒塌。而正確方法建造的圓頂冰屋在屋頂上足以支撐一個人的重量。

在傳統冰屋中的照明都是使用油燈，油燈產生的熱量使屋內有輕微的融化，又因接觸到雪而結冰。這種融化和再凍結過程在牆上增加一層的冰，有助增加冰屋的強度。

冰屋一旦倒塌，冰屋裡面的人往往會有生命危險，即在建造好以後在其表面潑上水，當水滲入雪塊縫隙中的過程就會凍成冰，使雪塊黏結得更加牢固。這樣不僅能夠使冰屋更加堅固和牢靠，而且會使它的表面更加光滑。而光滑的表面便可以防止人或是其他動物爬上屋。



圖二（來源：香港科大 科言電子版）

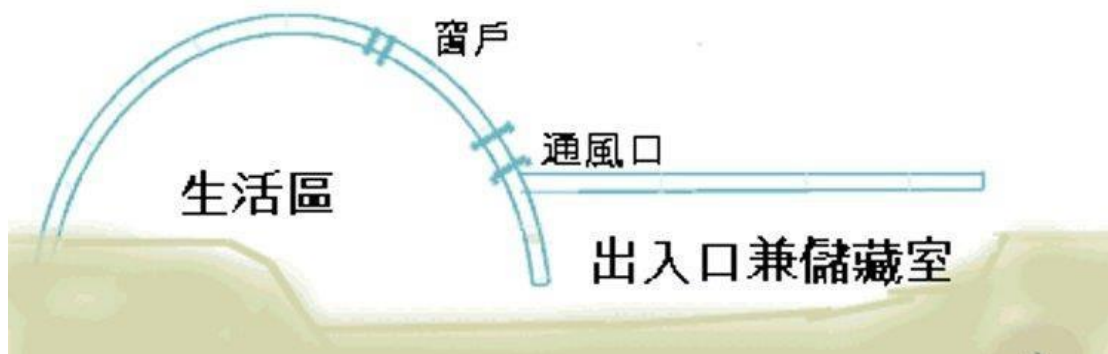
通常在積雪的下半部分使用切割區塊所留下的洞。在入口處建造一個短的隧道，以便在門打開時減少風和熱損失。

2-3 冰屋的熱傳

「冷」、「熱」是相對的，用來描述熱傳遞為我們所帶來的感覺：當身體的熱流失到四周環境時，我們感到冷。因此製造一個冷熱上絕緣的空間，讓身體的熱不會流失。冰屋雖然是冰冷的，卻能完整的留住熱能。熱傳主要以三種方式進行，分別是：傳導、輻射、對流，而冰屋在這三種方式都有作用。

傳導：一般的粉狀雪中的空氣可高達 95%，相較於介於冰與雪之間的產物，雪磚中也有一定程度的空氣，使它們成為優良的熱絕緣體。

輻射：雪是一種反射性強的物料，能把熱以紅外線的形式不停的向冰屋內反射。因此，從人體所散發出的熱能被有效地留在室內，所以當更多人在冰屋裡面，以及在冰屋裡面使用油燈和蠟燭產生的熱都能輕易地留在冰屋內。



圖三（來源：維基百科）

風土建築的傳熱行為:探討不同地區氣候傳熱差異

對流：除了傳導和輻射，因紐特人還善用熱空氣會上升，冷空氣會下降這個道理，以熱對流的方式來減少熱的流失。因此他們會在入口處把地面的雪挖走。由於溫暖的空氣升起，涼爽的空氣沉澱，室內生活起居的部分是一個凸起的區域，入口區域則是為寒冷的地方，而平台將容納爐灶、燈、身體熱量或其他任何可以產生熱量的裝置。他們睡覺和居住的上層則被暖空氣所包圍。加上，下沉的隧道還可以避免寒風直接吹進屋內。

2-4 案例

薩瑞克的冰屋有一個竅門，為了能夠更快更省力地建造冰屋。先取硬紙板的盒子堆起預訂的冰屋形狀，再將雪覆蓋上去，之後鑿出一個門，把裡面的硬紙板盒全部取出，冰屋就建造好了。其形狀便可以依照盒子堆起的形狀改變，能達到減少用雪量以及增大冰屋容積的效果

第三章溫帶蒙古包

3-1 溫帶氣候及蒙古包概述

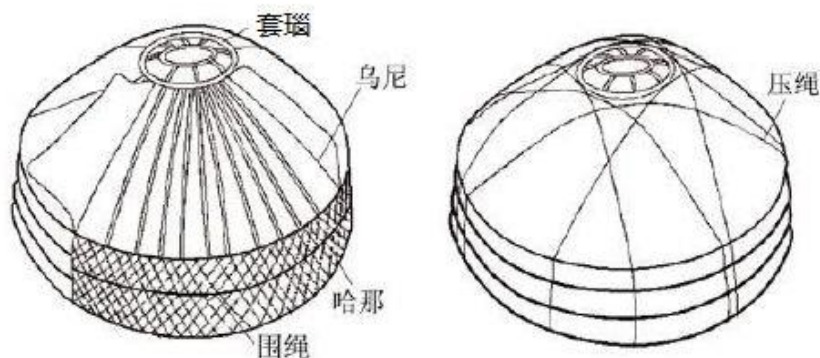
溫帶區位於北半球北緯 23.5 度的北回歸線到北緯 66.5 度的北極圈之間。南半球則是從南緯 23.5 度的南回歸線到南緯 66.5 度的南極圈之間。溫帶氣候包含溫暖多雨的海洋性氣候，以及四季分明較乾燥的大陸性氣候。

蒙古族的住房的稱呼源自於滿族的說法，為蒙古包。蒙古包的房型結構、樣式並不只存在於蒙古族，其實在中亞地區遊牧民族中很常見。比如：古代突厥、契丹、蒙古等等。連遼國上京的宮帳「斡耳朵」，也是另種形式的蒙古包。

3-2 製作工法

上方有圓形天窗，結構為傘狀穹蒼（圖四），地板鋪著防潮地毯，蒙古包的中心點為圓形天窗下方的爐灶，家中物品依循圓形牆面來擺放，「且以男左女右的原則來擺設男女主人的行，例如：馬鞍、馬鞭、轡頭等馬具及男主人的單人床均放置在入門的左手邊，而鍋、碗、瓢、盆等廚具與女主人的床鋪則擺放在右手邊。」

（楊俊業，2021）（圖五）包內最重要的在門面，在門口前方的位置，小佛龕通常擺放於此，上方則貢奉藏傳佛教聖物等，或是全家合照、紀念勳章或榮譽獎狀等具紀念價值的物品。



圖四 (來源: 建築結構 | 草原上的裝配式空間結構? 你沒猜錯, 是蒙古包!)
古時的蒙古包沒有置木門, 是用厚實的毛氈來遮蓋門口, 所以夜晚如果進出蒙古包沒有固定方向的話, 易發生擦撞的危險, 因此蒙古人出入時必須以門口的左側為行進的動線方向, 避免意外發生。



圖五(來源: 蒙古包的結構介紹圖、蒙古包的特點)

3-3 蒙古包的傳熱

1. 避免熱散失

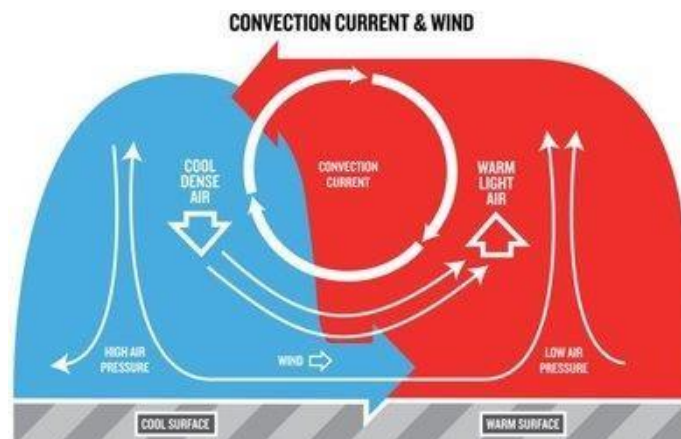
蒙古包的頂上和四周以一至兩層厚氈覆蓋, 為防止熱散失以及防風用, 除天窗外沒有其他窗戶

2. 兼具廚灶與暖爐雙重功用的爐灶

當包中爐灶升火後的數分鐘內, 整個包內溫暖便會立刻上升, 甚至會有悶熱窒息之感。

3. 利用天窗的對流原理

蒙古包的搭建方式, 充份利用熱空氣上升與冷空氣對流的科學原理, 夏季時將包體圓周下緣的包覆材料往上掀開, 讓冷空氣自然從周圍流入包體內部, 而熱空氣便會對流上昇經「天窗」排出, 便可產生涼爽效果。(圖六)



風土建築的傳熱行為:探討不同地區氣候傳熱差異

圖六(來源:Moving Air Effects)

在現代，蒙古包改良過後都會鋪設三層鋪墊取代地基，最底層先是木板，再來為防潮塑膠布，最後是保暖地毯。傳統蒙古包由於空間較小，許多家庭成員還是以地為床，將室內優先給長輩使用，正所謂「以天為幕、以地為席」

第四章亞熱帶原住民建築

4-1 亞熱帶氣候及原住民建築概述

亞熱帶氣候的季節性強冬夏溫差大，季節降雨通常分為雨季及早季，因此需要面對乾溼交換，冷熱交換的氣候變化。在建築上通常採用下挖或架高的策略，因應保溫及防潮，材料上以竹子、木頭、石頭、茅草為主。

4-2 製作工法

製作工法通常分為干欄式地基與凹陷式地基，干欄式將屋體架高防潮、通風，凹陷式則是呈半穴居狀態，以利高山生活保溫。



圖七(來源:INDIGENOUS SIGHI)

4-3 原住民建築的傳熱

干欄式建築透過茅草、竹片等建材隔絕輻射熱，使室內保持涼爽，另外空氣會透過牆面的縫隙帶走熱量，並且架高遠離地面濕氣，達到乾燥降溫的效果，凹陷式建築使用石材作為建材，早晨吸收太陽輻射，到了夜間便會釋放熱量，達到保溫的效果。



圖八(來源:alive)



圖九(來源:FB)

第五章熱帶夯土建築

5-1熱帶沙漠氣候及夯土概述

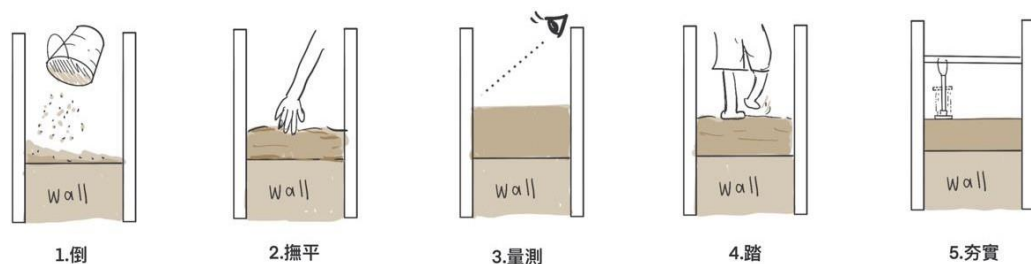
傳統的夯土材質其遇水後侵蝕，或長期浸泡容易發生崩解，強度也會大幅度降低。同時也害怕冰融，產生熱漲冷縮影響其耐久性和使用期限。因此最初夯土建築主要在乾燥地區發展出來，同時因為他的高熱質量，可以隔熱讓室內溫度不至於過高，所以在熱帶、亞熱帶地區也有良好的發展。

夯土是一種建築材料，通常為紅泥、粗砂及石灰塊的三和土製作，經過夯實的動作之後變得更結實。

5-2製作工法

在要建造牆體的地方豎立起模板，然後往裡面倒入濕度適宜的泥土並將其壓實一層一層地累積。當填滿模板，壓緊所有泥土後，模板即可拆卸下並移到其他牆體繼續搭建和夯土施工。

流程主要為材料準備—支模—倒入材料—撫平搗實—夯實—拆模—養護



圖十(來源:自行繪製)

5-3 夯土建築的傳熱

熱傳導:

經由物質的接處，由高溫的物體傳遞至低溫的物體，是固體主要的傳熱方式，一般而言物體本身的密度越高，熱傳導率就越高，也就是說熱傳遞的速率越快。夯土的熱導係數跟混凝土建材相比其熱導係數較低，導熱速率相較之下也會下降。

加入的稻草混合物，以混雜方式可以有效的減緩熱傳導效應，熱傳導係數會受施作時添加的植物纖維比例影響，添加越多密度越低，因此熱導係數也有隨之降低的趨勢。

(表一)土壤與常見物質之熱傳導率比較

物質	空氣	木頭	土壤	不鏽鋼	鋁
熱傳導率	0.025	0.04-0.4	0.15	1.5	237

(來源:自行繪製)

5-4 案例

阿伊特本哈杜築壘村（圖十）位於摩洛哥是一座由高牆圍起來的夯土建築，為前撒哈拉居民的聚居區。這個古城利用摩洛哥特有的赤土泥磚建成並於 1987 年入選為文化遺產，距今已超過百年以上仍有少數家庭居住於此，其久遠的夯土建築經過修繕也因此更完整地保存下來。



圖十一（來源：維基百科）

夯土應用優勢除了能讓室內有冬暖夏涼的效果外：

1. 親近自然。避免開山採石，採煤燒磚，將建築和環境完美結合，與自然相擁，形成和諧的原生態效果。
2. 節約能源。磚混建築使用的實心粘土磚具有生產耗能高，建築成本高，粘土消耗量大和熱力性能差等缺點。而生土房屋（夯土牆）拆除重建後，土料可以重新使用，且年久的夯土牆因為吸收了空氣中的氮氣，拆除破碎後還可以作為肥料回歸土地。
3. 造價低廉。可以實現就地取材，省去大量的交通運輸費用和能耗加工費用。它的造價同比磚混結構要節省 25%-40%。
4. 工藝簡單。夯土牆的施工工藝簡單易學，施工速度快，同比磚混結構要節省工期約 30%

第六章 結論

經由四種不同氣候的風土建築可以發現，從前的人們使用自然材料發展出能夠因應氣候的建築，不管是夯土隔熱、冰屋保溫、蒙古包通風，還是原住民面對潮濕發展的杆欄式建築，這些都是不依靠現代科技所發展的技術，最貼近自然與環保，是值得現代建築借鏡的構築手法。

參考文獻

- 原住民族風土建築 環境永續的智慧結晶/ INDIGENOUS SIGHI 2020-04-23
<https://insight.ipcf.org.tw/article/252>
- 石板屋—會呼吸的謙卑建築:祖先的建築巧思/ alive 2021/07/01
<https://alive.businessweekly.com.tw/single/Index/ARTL003005451>
- 夯土牆在潮濕的環境下會易損壞嗎?/土石景觀(2022年6月23號)
<https://www.hangtuqiang.net/news/629.html>
- 夯土牆模具與施工的一般方法/中國夯土網(2019年6月6號)
<https://www.hangtu.org/news/119.html>
- 熱傳遞的3種方式:熱傳導、熱對流、熱輻射/隨意窩日誌(2013年6月26號)
<https://m.xuite.net/blog/eco.friendly57/twblog/132620025>
- 阿伊特本哈杜(AIT BEN HADDOU)築壘村非凡的土建工藝/VisitDraataTafilalet
<https://visitdraatafilalet.com/zh-hans/destinations/le-ksar-ait-ben-haddou/>
- 建築結構|草原上的裝配式空間結構?你沒猜錯,是蒙古包!/微文庫(2018年12月10日)。檢自
https://www.gushiciku.cn/dc_hk/109741795%E2%80%8B
- 「以天為幕、以地為席」,兼具生態科學與智慧巧思的蒙古包為何冬暖夏涼?/關鍵評論網,楊俊業(2021年7月31日)。檢自
<https://www.thenewslens.com/article/154163/page2>
- 你可能不知道的蒙古包裡的科技/百度(2017年5月9號)。檢自
<https://baike.baidu.com/tashuo/browse/content?id=ed96b43e4025ab7a3aac20>
- 蒙古包/維基百科(2014年6月19日)。檢自
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E8%92%99%E5%8F%A4%E5%8C%85>
- 蒙古包(民居)/百度百科(2023年2月5日)。檢自
<https://baike.baidu.hk/item/%E8%92%99%E5%8F%A4%E5%8C%85/467676>
- 極地愜意的家——冰屋大解構/科言電子版。檢自
<https://sciencefocus.ust.hk/zh-hk/the-making-of-a-cozy-homewith-snow/>
- 冰屋/維基百科(2022年12月6日)。檢自
<https://zh.wikipedia.org/zh-tw/%E5%86%B0%E5%>