

國立臺灣科技大學

九十一學年度碩士班招生考試試題

系所組別：建築系甲組、建築系乙組

科目：建築設計

## 女媧專案—火星社區規劃

由於地球的環境以及社會、經濟問題迅速惡化，而慧星與小行星和地球相撞的可能性也威脅人類的生存。外星殖民是確保人類存續許多方法中的一個重要選擇。二十一世紀的渾沌計畫將在火星建立殖民地。在先期計畫中已經成功的培養出基因改造的微生物可以在火星酷寒與充滿二氧化碳的環境下生存並迅速繁殖，建造太空站設立了地球與火星間的航道，此外並發展出在火星開拓殖民社區所需的材料、設備與環境控制技術。女媧專案將派出先頭部隊建立火星第一個社區。

### 基地環境概況<sup>1</sup>



1. 上圖為基地照片，位於火星南緯 50°，冬夏之晝夜長度變化很大。地形平坦，遍布紅土與礫石，地底深處有地下水可抽取使用。
2. 夏季約有四分之一的時間籠罩在漫天風沙下，大部分時間吹強烈的西風。冬季常有寒冷的南風，由二氧化碳凝結而成的乾冰隨風飄揚或附著在寒冷的物體表面，受太陽直射後會揮發成氣體，在寒冷陰暗的冬季會形成厚厚的積雪。
3. 基地夏季日間溫度最高可達 30°C，冬季最低溫可能降至零下 120°C。晝夜溫差可達 60°C。
4. 火星地表大氣壓力只有地球表面的千分之六。空氣組成百分之九十五為二氧化碳，百分之三的氮，氧氣與水蒸氣含量極低。在此環境下人類必須穿著能保持適當壓力與溫度的太空衣並提供氧氣才能生存。
5. 火星的重力加速度約為地球的三分之一，也就是說物體在火星上的重量為其在地球上之三分之一。
6. 火星繞太陽公轉週期約為 687 個地球日，季節的長度接近地球的兩倍，而其自轉週期為 25 個小時，自轉軸傾斜角度 25°，與地球大略相同。

<sup>1</sup> 關於火星環境之敘述主要根據科學探測之參考資料，一部分為虛擬而未必與實況完全相符，答題時請一律以本題目之敘述為依據。



## 國立臺灣科技大學

## 九十一學年度碩士班招生考試試題

系所組別：建築系甲組、建築系乙組

科目：建築設計

## 設計條件

火星上可用的材料相當有限，以下為本設計中可以使用之建築材料：

1. **維生單元**：為 3m×3m×6m 的長方體，具有很好的物理環境控制系統與隔絕效果，若配合其他保護措施則效能更佳、壽命更長。每個單元可以長時間供應自身所需的能源，具有空氣、水以及人體排泄物的循環利用以及氣壓氣溫的保持功能。內部必須配置一座 2m×1m×2m 的維生設備，可置於任何位置與方向，可在鄰接位置按裝盥洗與簡單的烹調設備。單元四周以厚度 10cm 之氣密性複合構造封閉，但可依需求裝設採光窗。配置上可以以直立或橫置的方式埋入地下，或以垂直或水平方向組合堆疊。單元結構可以承受垂直載重，但須考慮因風與地震造成之水平力。內部可以任意隔間，相鄰的維生單元可以由上下左右任意方向開門或以通道、爬梯<sup>2</sup>或樓梯彼此相連，也可去除部分隔牆連通成較大的空間，然而其隔離性越低則其安全性也越低。
2. **桁架桿件與纜繩**：能夠承受極大的溫差，質輕而強度大，可以用來建立構架以支撐重量，以及因風與地震造成之水平力。
3. **薄膜材料**：具氣密性，透明度高而隔熱效能較差。輕、薄、軟而堅韌有彈性，可以視需要裁切、接合成各種形狀，可由蜘蛛狀機器人爬行其上以修補維護。在結構上可承受強大的張力，但無法承受壓力。可藉由內部氣壓的支撐而形成氣泡般的結構以覆蓋大容積的區域，不需要額外的支架。可以製成袋狀或管狀於內部充水或者充氣，也可與居住單元以及桁架接合，搭配使用。
4. **樓梯、樓版、隔間牆**：可依照需求設計各種樣式，為不具氣密性且非結構性的構材，不能做為環境控制之隔絕材料。
5. **土石與冰雪**：紅土與礫石採自火星自然環境，可以大量供應，作為保護性或結構性構造。抽取地下水冷凍而成的冰塊或人造雪可以是很好的隔熱材料，有助於抵擋零度以下的低溫，但是資源寶貴，以能夠循環使用為原則。
6. **機器人**：可以在惡劣的火星自然環境中執行建築物的建造與維護工作。可根據指示進行土石與冰雪的挖填、結構體的安裝以及搬運工作。此外，結合機動性的起重設備後可以吊裝維生單元或進行桁架的建構工作。

## 設計目標與環境控制等級

設計的目標為建構一個可以讓人類長期居住的社區。所有的空間區分為三個環境控制需求等級，敘述如下：

1. **一級環控空間**：為保障居民生存的最後防線，即使被切斷任何外界支援與保護的情況下尚能長期維持適當的生存環境，平常控制在與地球相仿之室內條件，原則上僅有密閉之維生單元的內部空間能滿足這個等級的需求。

<sup>2</sup> 火星重力加速度低，人在火星上使用爬梯上下並不費力。



國立臺灣科技大學  
九十一學年度碩士班招生考試試題

系所組別：建築系甲組、建築系乙組  
科 目：建築設計

2. 二級環控空間：模擬地球溫帶地區舒適之戶外環境，氣壓與地球海平面相仿，溫度控制在攝氏 15 度以上。在意外發生時，居民能就近逃入一級環控空間。在設計上需考慮適當的空間關係以及材料構造之有效運用以提供適當的隔絕與保護、減少資源的耗損與修護需求。
3. 三級環控空間：為人類不需穿著防護衣之最低程度環境控制。空間內提供適當的空氣成分與略低於二級環控空間的氣壓，溫度可隨火星季節與日夜變化，但不低於攝氏零下 15 度，晝夜溫差不大於 30 度，約略與地球溫帶地區高山上的氣候相仿。意外發生時，居民可就近逃入二級環控空間。

#### 設計需求

三個等級的環境控制如能適當的配合使用可以降低資源的耗損與修護需求，並提供最佳的安全防護。依據這三個等級敘的規範標準敘述本題目的設計需求如下：

1. 防護罩：整個基地必須藉由防護罩保護以維持至少第三級的環控需求，並且需有充足的太陽光。環控設備的細節不需考慮，在防護罩的設計上請選用適當的材料構造配合火星天候環境，力求降低資源的耗損以及因風砂與高溫差所帶來的破壞。防護罩的北側外面是面積廣大，高度 1m 的自動化溫室農場，養殖耐低溫低壓的動植物與微生物，提供居民生活所需的食物並進行養殖實驗。農場不在設計範圍之內，但須考慮其與防護罩內其他空間之關係。防護罩設置三處出入口，其一通往北側之溫室農場，其二通往基地東側外部之航空站與倉儲中心，是火星車輛接駁處與機器人的主要出入口，西側為備用出入口。進出防護罩需通過出口管制室，為長寬高同為 6m 之立方體構造物。
2. 活動與休閒綠地：所需面積約 3000 m<sup>2</sup>，屬第三級環控空間，模擬地球綠化之戶外環境，要有賞心悅目的景觀與充足的陽光，尤其在漫長的冬季，陽光是居民心理與生活上的寄託。
3. 社區活動中心：提供居民健身與活動空間，包括屬於二級環控空間的籃球場<sup>3</sup>兼表演與聚會場所，並提供屬於一級環控空間，可供 40 人同時用餐的餐廳與廚房，並提供適量之辦公與盥洗空間。
4. 社區精神指標：選擇一處位置建立雕塑品、廣場、迴廊、水池或任何可以做為社區精神象徵與紀念在火星殖民計畫中犧牲之工作人員的紀念形式。
5. 居住空間：整個社區計畫容納 60 位男女居民，主要成員為在火星長期工作的科學家與社區管理維護人員。社區需提供每一位居民約 20-30 m<sup>2</sup> 的一級環控空間，滿足其長期居住所需之安全、休息、盥洗、飲食等個人生活需求，以及適量之二級環控空間作為社交與休閒場所。

<sup>3</sup> 火星上重力加速度低，人人皆可如喬丹般灌籃，籃球成為最熱門的運動。火星籃球場長 25 公尺寬 15 公尺，籃球架高度 5 公尺，球場淨高度需在 20 公尺以上。



## 國立臺灣科技大學

## 九十一學年度碩士班招生考試試題

系所組別：建築系甲組、建築系乙組

科目：建築設計

6. 社區內交通以步行為主，步行時以雙腳交替跳躍。因下落的速度慢，平均跨步可達 2 公尺，其動作如同播放慢動作影片一般，類似太空人在月球或其他低重力環境中的行動方式。機器人在社區內執行維修、清潔等工作時可以與人共用動線，但請規劃寬約 3 公尺的服務道路使其在運送物品時可以避開人群匯集之處。補給品從基地防護罩東側外的航空站與倉儲中心運送過來。

## 設計注意事項

1. 水、空氣、能源以及從地球帶來的建築材料是極重要的資源，應運用適合當地環境條件的規劃配置與構造方式以降低資源的耗損、延長材料的使用壽命。請注意基地位置是在火星南半球高緯度區域，大氣層氣壓極低、防護罩內外有極大的氣壓與溫度差距，第三級、第二級與第一級環控空間在溫度與氣壓上也有差距，需做適當的區隔。除氣壓外，重力的不同也對結構產生影響。夾帶砂石的強風與劇烈的溫差造成強大的破壞力，未受保護的構造在其直接吹襲下容易損壞。
2. 社區居民的社會與心理需求是設計重點之一，社區意象的塑造、空間品質、形式表現、動線、私密性與交流空間、綠化與植栽、休閒娛樂等需求的規劃都是設計的發揮重點。
3. 不可忽視安全性的考量，應考慮防護罩或其他部分遭受意外而快速喪失功能的情況。每個單元接受其他單元的保護但也能維持獨立生存。基地中任何一部分遭受破壞應盡量不影響其他部分之生存條件。
4. 使用面積不受限制，但應注意空間與材料的使用效率。

## 評分重點

1. 遵照題目的規定（包括火星環境條件的限制、建築材料的限制與空間需求）進行設計是評分的基本項目。
2. 能提出具特色之創新構想並且發展出具原創性且成熟、有趣的方案為本測驗的終極表現，將受到肯定與鼓勵。
3. 整體社區的配置方案為最主要的評估重點，包括整體規劃、量體與空間配置、動線以及環境的考量。居住空間的部分需將使用方式表達清楚，把重要的家具畫出來。社區活動中心做出量體與結構的構想即可，若有充分的時間也可以盡量發揮。
4. 請繪製必要的圖面以及文字說明，全區配置平面為最重要的圖面，配合全區的縱向與橫向剖面把全區規劃構想說明清楚。個別建築物則以平、立、剖面或者等角透視表現，務必標明比例與方位。
5. 本測驗總分 100 分。

