

# 未來太空工程挑戰比賽規則

## 1. 背景

空間站是一種能在繞地球軌道上長期運行、具有一定科學技術試驗能力或生產能力的可供人居住的航天器。作為一種繞地球運轉的空間平台，空間站具有乾擾小、精度高的優勢。另外，空間站還有一個重要作用是提供長期的微重力環境，可以支持長期開展大規模的空間科學研究，對物理、化學、材料、生物、醫學等領域的科研工作能夠發揮重大的作用，同時空間站也是一個非常獨特的教育平台和載體。

1992年，中國政府制定了載人航天工程“三步走”發展戰略，建設大型空間站是中國載人航天三步走戰略的第三步。2022年，中國空間站將全面建成，首次實現6名航天員同時在軌。空間站建成後，每年與載人飛船、貨運飛船對接若干次進行補給，在400公里左右的軌道高度上維持設計壽命十年的運行。屆時，中國將成為繼俄羅斯之後，以一國之力獨自完成空間站建設的國家，航天員在空間站駐留可達一年以上。

本屆未來太空工程挑戰將挑戰任務的時間背景設定為2040年。屆時，我國決定在月球軌道上建設一座全新的太空基礎設施——永久空間站，作為進入月球基地的門戶和前往深空的“加油站”。空間站中一切的物質資源都非常寶貴，需要循環利用。因此，我國正式開始了“月球軌道空間站”的開發方案建設工作。在未來太空工程挑戰活動中，青少年以團隊為單位，通過項目式學習的方式，完成太空主題工程任務。

## 2. 比賽概要

2.1 比賽組別：小學組(四至六年級)、初中組(七至九年級)兩個組別進行。

### 2.2 比賽主題：空間站生命保障系統

經過良好設計的生命保障系統是一切運營活動的基礎。學生團隊需要就空間站外觀及生命保障系統進行研究，並在科學展板上展示他們的設計，這套系統需要實現對空氣的循環處理、控制適宜的溫度和濕度、對水進行循環處理、對固體廢物進行管理等功能。

## 3. 創意內容與任務

### 3.1 展板

良好的生命保障系統是人們能夠在空間站長期駐留並進行各項活動的基礎。作為大型太空基地設施，月球軌道空間站生命保障系統需要確保最多10名常駐航天員與20名中轉訪客提供安全、舒適的生活環境。

**小學組挑戰團隊**，請通過展板展示你們對於空間站生命保障系統的研究成果，用圖畫的方式表現依賴於你們團隊設計的生命保障系統良好運行，航天員在月球軌道空間站中安全、舒適生活的景象；通過圖文並茂的形式簡述設計的主要思路，闡述生命保障系統中各個子系統的功能以及空間站內一種關鍵物質的循環過程，例如氧氣、水、二氧化碳等，對重要模塊的原理進行說明，將設計過程和結果呈現到展板上。

**初中組挑戰團隊**，請通過展板展示你們對於空間站生命保障系統的研究成果，設計各個子系統的具體功能，用圖文並茂的形式描述各個子系統之間關鍵物質的循環過程，包括但不限於

氧氣、水、二氧化碳等，用流程圖的方式標註出空間站中能量的流動過程。簡述設計的主要思路，並對重要模塊的原理進行說明，將設計過程和結果呈現到展板上。

### 3.2 工程裝置模型

空間站的水資源非常寶貴，除了供航天員飲用外，還要確保航天員的基本生活用水。這些水在使用或經過人體排出後全部需要進入循環系統進行處理並再利用。水的閉路循環是生命保障系統中最為關鍵的內容之一。因此，需要設計出一種高效、輕質的水處理系統。請挑戰團隊針對空間站水處理系統進行研究，針對日常容易獲得的材料進行淨水原理探究並製作一個淨水裝置模型。

### 3.3 生命保障系統設計報告

請用文字簡述月球軌道空間站生命保障系統設計的主要思路，並對重要模塊的原理進行說明。挑戰團隊需闡述各個子系統的具體功能，小學組要對關鍵物質循環過程進行描述，初中組還應對能量的流動關係進行描述。

注意：此交付作品僅需參與區域選拔賽線上資格選拔的隊伍提交，不作為區域選拔賽及全國賽的交付作品。設計報告模板詳見附錄。

## 4. 比賽規則

- 4.1 參賽隊應圍繞本組別的創意主題，充分發揮想像力，依據科學原理，暢想對主題所涉及問題的多種解決方案，通過分析形成本隊的設計創意，並製作能論證本隊方案的展板及淨水工程模型。
- 4.2 通過預選的展板作品要進行現場展演答辯。參賽隊應攜帶與作品相關的資料和製作的模型參與。參賽隊員應結合本隊作品和方案文稿，進行現場宣講並答复專家評委提出的問題。參賽隊在指定的時間段內，所有隊員均應在展台待命，不得任意缺席。評委根據方案質量、答辯情況對參賽隊進行評價。

表1. 展板描述及要求

交付內容	描述及要求
小學組展板	參與隊伍需要製作一份能展示團隊對於生命保障系統設計方案的展板，並攜帶到現場進行展示。 ✧ 海報為橫版三折板，展開總尺寸應不超過A0尺寸( A0以84X120cm為準 )； ✧ 海報內容需包括： <b>功能設計展示：</b> 生命保障系統的功能設計，氧氣、水、二氧化碳等一種關鍵物質的流動循環圖，並簡述設計思路。 <b>暢想繪畫：</b> 展示航天員在空間站中生活的景象。
初中組展板	參加隊伍需要製作一份能展示團隊對於生命保障系統設計方案的展板，並攜帶到現場進行展示。 ✧ 海報為橫版三折板，展開總尺寸應不超過A0尺寸(A0以84X120cm為準)； ✧ 海報內容需包括： <b>功能設計展示：</b> 生命保障系統的功能設計，氧氣、水、二氧化碳等關鍵物質循環過程以及能量流動圖( <b>流程圖</b> )，並簡述設計思路。

### 4.3 工程裝置模型應滿足以下要求

- (1) 裝置大小：裝置運行狀態時，應可獨立、穩定放置在一個40cm\*40cm\*40cm邊長的立方體內。（提示：該裝置應預留盛裝過濾後液體的量杯放置空間）
- (2) 過濾能力：此裝置應能一次性處理不少於200mL的灰水。
- (3) 密封性：此裝置各連接部位應具有良好的密封性，運行過程確保不漏水。
- (4) 所選材料：水處理系統所使用的材料可以簡單劃分為結構材料和淨水功能材料，要求所使用的淨水功能材料不超過5種常見的材料組合（見註1）。不允許使用如工業濾芯、商品化的過濾水裝置、反滲透膜等工業產品作為淨水功能材料（見註2）。
- (5) 淨化方式：  
**小學組**所設計的淨水裝置模型只允許使用物理淨化方式進行水淨化，不允許使用化學藥品和/或生物淨化（如細菌）的淨化方式。  
**初中組**所設計的淨水裝置模型允許使用物理淨化和/或化學方式進行水淨化，不允許使用生物淨化（如細菌）的淨化方式。
- (6) 評估要求：所設計的水處理系統需要輕質、高效，實際測試結果將綜合水處理的效率、淨化效果和裝置本身的重量進行綜合評估。  
淨水效率以集水容器中最終淨化後液體體積為考察指標；  
淨化效果按照不同組別略有不同，小學組以淨化後液體透明度（見註3）表示淨水效果，初中組以淨化後液體的透明度、溶液酸鹼度pH值、TDS值等指標表示淨水效果；  
裝置本身重量即為裝置無溶液狀態下所有材料總重量。
- (7) 裝置應該能清晰展示所使用的材料構成。
- (8) 測試前需要提交所使用的淨水功能材料組合說明，並通過安全性評估。
- (9) 此裝置不可使用市電來實現其功能。

#### 淨水裝置使用材料說明如下：

註(1)：允許使用日常生活常見材料，例如棉球、砂礫、紗布、活性炭等



棉球砂礫紗布活性炭

圖1．允許使用材料示意圖

註(2)：不可以使用工業化濾芯產品

包括但不限於聚丙烯熔噴濾芯、陶瓷濾芯、超濾濾芯、離子交換樹脂、逆滲透濾膜、重金屬過濾濾芯。商品化過濾裝置，包括但不限於過濾水龍頭、家用濾水壺濾芯、家用飲水機過濾裝置。



熔噴濾芯超濾濾芯離子交換樹脂家用濾水壺濾芯

圖2 . 不允許使用材料示意圖

#### 4.4 工程裝置現場測試說明

##### 測試物料：淨水工程裝置模型（隊伍自帶）

組委會提供：200mL灰水（由廚房常見物品配製，例如牛奶、醋、番茄醬、食鹽、衛生紙屑、胡椒粉、塵土、食用色素等物質加入清水配置而成。該液體pH值在3.5-4.5之間，TDS值大約2000。）、200mL量杯（用於盛裝過濾後液體）、pH測試筆、TDS測試筆、簡易塞氏盤、電子秤、秒錶、鋼捲尺。

##### 測試步驟：

- 1) 每支隊伍由一名操作員將工程裝置模型放到指定測試台，測量裝置淨重，併計重量為M；（提示：該裝置與盛裝過濾後液體的量杯鏈接部分重量將計算在裝置淨重內。）
- 2) 每隊伍操作員將整套裝置平穩放置在桌面上後，向評委助理示意，評委助理開始計時，每隊操作員需在5分鐘內完成裝置安裝與設置，若未能及時完成設備安裝，將會佔用淨水計時時間；
- 3) 安裝計時5分鐘結束後，所有隊伍統一領取灰水，聽到“開始”口令後，評委助理開始計時，操作員需在15秒內一次性將灰水倒入淨水裝置中，淨水過程總時長為10分鐘；
- 4) 在規定測試時間內裝置自動收集經過淨化後的淨化水，除倒入灰水之外，操作員全程不得再有其他操作，全程不可再接觸裝置；
- 5) 計時結束後，測量盛裝液體的量杯中淨化後液體的容積V；
- 6) 用標準儀器測量並觀察淨化水的pH值；
- 7) 用標準儀器測量淨化水的TDS值；
- 8) 用標準儀器（見註3）測量淨化水的透明度；
- 9) 各項測試結果記錄在隊伍成績單上，由隊伍操作員簽字確認。

註(3)：透明度測試工具簡易塞氏盤說明：將黑白相間的圓盤貼到透明量筒的底部，再將溶液滴到量筒中，觀察者從上向下俯瞰液面，觀察黑白圖案。當黑白圖案消失時，讀取量筒中的溶液高度，用來表示該溶液的透明度。



圖3 . 簡易塞氏盤測試透明度示意圖

- 4.5 挑戰隊伍在全國賽現場將進行即時發布的工程挑戰，由學生團隊獨立設計和製作指定裝置，完成挑戰任務。
- 4.6 每支參賽隊由2-4名學生和1名指導教師組成，每名學生只能參加一支參賽隊。高中組每支參賽隊伍由4名學生和1名指導教師組成。學生必須是截止到2022年6月底前仍然在校的學生。在比賽現場布展和評審階段，場館均封閉，僅允許學生隊員在場，指導教師不得入場。參賽學生不得攜帶任何形式的通信工具進入場館，不得與場館外的任何人交流。
- 4.7 參賽隊員應以積極的心態面對和自主地處理在比賽中遇到的所有問題，自尊、自重，友善地對待和尊重隊友、對手、志願者、裁判員和所有為比賽付出辛勞的人，努力把自己培養成為有健全人格和健康心理的人。
- 4.8 參賽隊員違反規則將受到警告，受到兩次警告的參賽隊將被取消參賽資格。

## 5. 比賽評分標準

評分標準略有不同，評委將按以下表中所示的評分項目對每支參賽隊的表現評分。  
 評分細則

模塊	細分項	評審說明
設計方案展示	展板	<b>信息完整性包括：</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 生命保障系統的功能設計；</li> <li>● 氧氣、水、二氧化碳等關鍵物質的循環過程圖（小學組1種關鍵物質即可）；</li> <li>● 能量的流動過程流程圖（初中組）；</li> <li>● 航天員在空間站中生活的景象繪畫（小學組）；</li> <li>● 設計思路簡述。</li> </ul>
		<b>科學合理性：</b> 呈現的設計內容符合任務要求，生命保障系統的功能設計具有科學依據，符合科學原理，體現空間站使用場景適用性。
		<b>呈現：</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 美觀性：圖文並茂，具有較好的可讀性。</li> <li>● 規範性：尺寸符合交付要求，設計內容標註清晰，無錯別字，無隨意塗改的痕跡。</li> </ul>
	展示答辯	<b>展示內容與組織性：</b> 結合展板充分展示隊伍設計的解決方案、裝置功能效果，開場、主體、結尾完整，邏輯流暢，過渡自然，表達流暢自信。
<b>團隊協作：</b> 展示答辯環節，團隊成員合理分工相互配合。		
<b>評委評分：</b> 能清晰、正面地回答評審專家提出的問題，展現方案和設計的可行性、科學性、合理性。		
工程裝置模型	運行效果	根據現場裝置測試結果進行組內排名，獲得排序分值。測量項目包括裝備乾重M、淨水效率（淨出後溶液體積V）、淨水效果E（小學組為透明度，初中組為透明度、pH值和TDS值綜合得分）。
	實驗操作	實驗過程中保持實驗台整潔，無違規操作；實驗結束後，清潔整理實驗台。

## 6. 注意事項

- 6.1 結合各挑戰賽的組織情況，可能會在現場挑戰賽前增加資格選拔，資格選拔將依據所提交的设计報告進行評審。
- 6.2 如因不可抗力賽事改為線上舉辦，將取消現場挑戰部分，隊伍得分由科學展板分數與工程裝置分數兩項組成。
- 6.3 所有隊伍在參加現場挑戰時需要提交材料清單，如使用要求以外的材料將從總分中扣除相應分數。

附錄：設計報告模板

## 1 生命保障系統設計報告模板

隊伍名稱：\_\_\_\_\_ 指導老師：\_\_\_\_\_

成員姓名：\_\_\_\_\_

**生命保障系統設計草圖：**

( 都有哪些功能模塊，如何實現的功能 )

**關鍵物質循環流程圖：**

**你們在設計時候做了哪些考慮，也就是你們的設計準則有哪些？**

**參考文獻：** ( 列出所有在設計中參考的文獻，建議參考學術文獻的排列格式 )

## 2 水處理裝置設計報告

隊伍名稱：\_\_\_\_\_ 指導老師：\_\_\_\_\_

成員姓名：\_\_\_\_\_

**裝置設計圖示：**

( 需要標註清楚使用的材料及尺寸 )

**水淨化原理描述：**

**你們的設計效果如何？經歷了哪些迭代？為什麼？**

**參考文獻：**（ 列出所有在設計中參考的文獻，建議參考學術文獻的排列格式 )

**後附：**裝置使用材料清單 ( 需填寫，參加現場活動前提交 )



### 裝置使用材料清單

序號	材料名稱及規格	圖片	作用描述

- 註：（1）此格式僅供參考，可根據需求自行撰寫，完整呈現設計與學習過程即可；  
（2）材料清單需要在初選作品提交。