



水火箭制作

小组：AAAA专业水火箭批发商



| CONTENT |

目录

1. 水火箭简介
2. 水火箭的设计与制作
3. 水火箭数据采集和处理
4. 水火箭的发射实验与结果分析
5. 水火箭的改进与优化
6. 水火箭的应用与拓展

01

水火箭简介





火箭的发展史

- 火药是四大发明之一，中国是火药的故乡。
- 中国也是火箭的发源地。
- 古代火箭主要被用作军事武器，北宋抵抗入侵时，一次就用火箭25万支。
- 明朝时期军队装备了一窝蜂、飞火飞天、火龙出水等30多种火箭。



火箭的发展史



相传在14世纪末期，中国有位称为“万户”的人，两手各持一大风筝，请人把自己绑在一把特制的座椅上，座椅背后装有47支当时最大的火箭（又称“起火”）。他试图借助火箭的推力和风筝的气动升力来实现“升空”的理想。“万户”的勇敢尝试虽遭失败并献出了生命，但他仍是世界上第一个想利用火箭的力量进行飞行的人。今天，为了纪念这位传奇式的人物，国际上将月球表面东方海附近的一个环形山以“万户”命名。

火箭的发展史

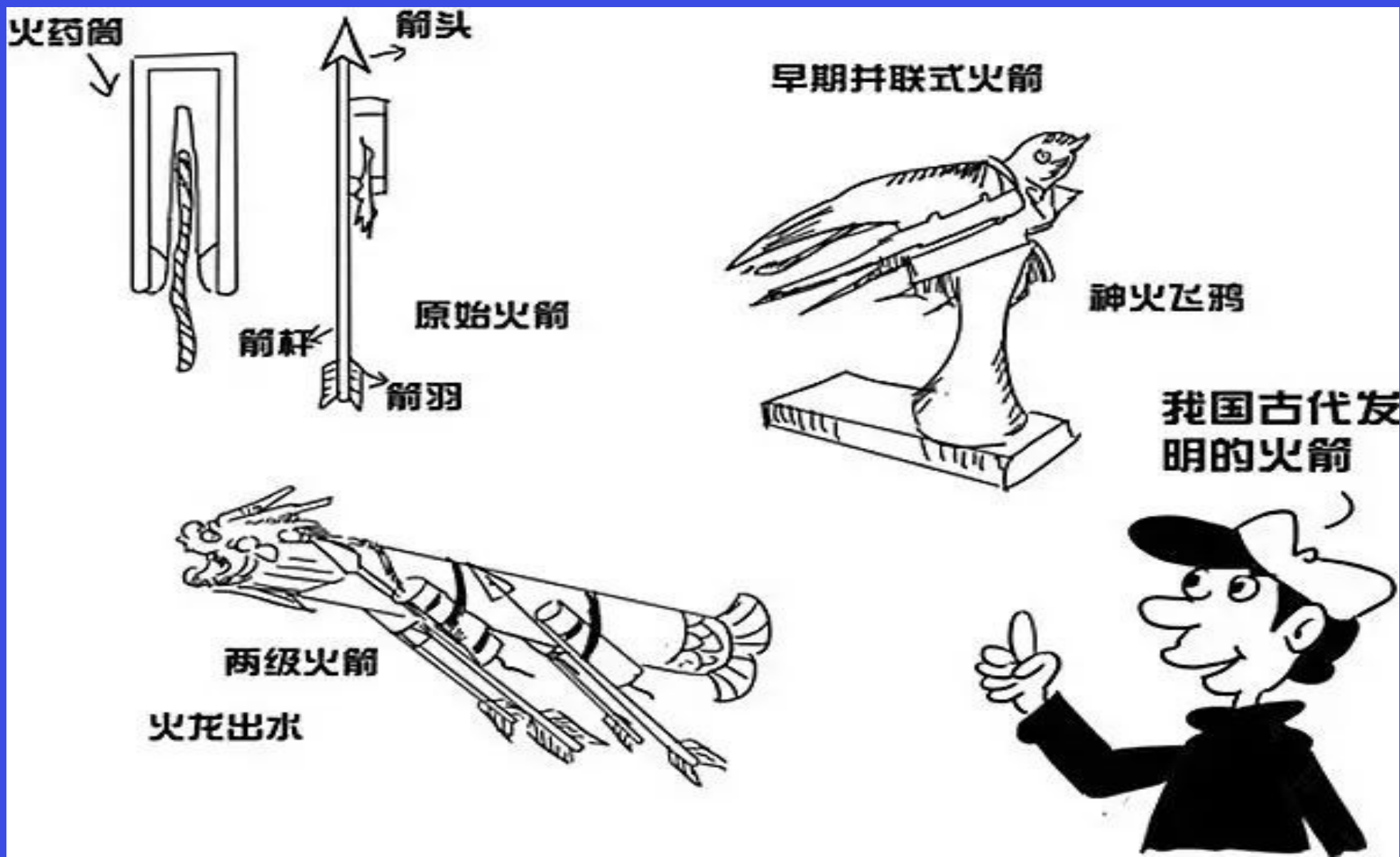


古代火箭具有现代火箭的基本结构：

- 有效载荷（箭头）
- 箭体（箭杆）
- 发动机（火药筒）
- 控制系统（尾）



火箭的发展史



火箭的发展史——单体火箭



火箭的发展史——多管火箭



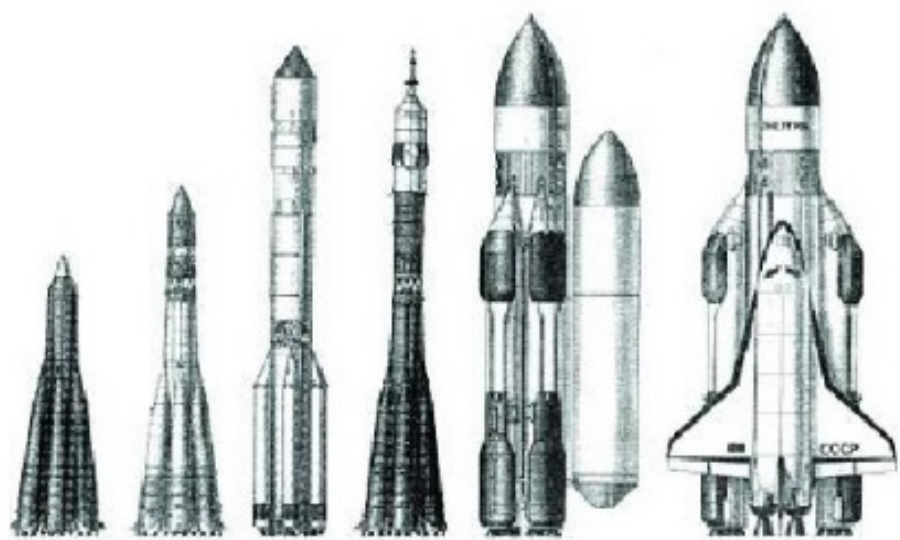
火箭的发展史——多级火箭



火箭的发展史——航天飞机



火箭的发展史



火箭使用的是**喷气式发动机**。它的燃料在燃烧室内燃烧后产生高温、高压的气体，这种气体从尾部以极高的速度喷出，同时产生很大的反作用力推动机身向前运动。由于它不需要像活塞、曲轴那样的传动装置，从而减小了能量的损失，大大的提高了机身的飞行速度。

水火箭的定义

定义

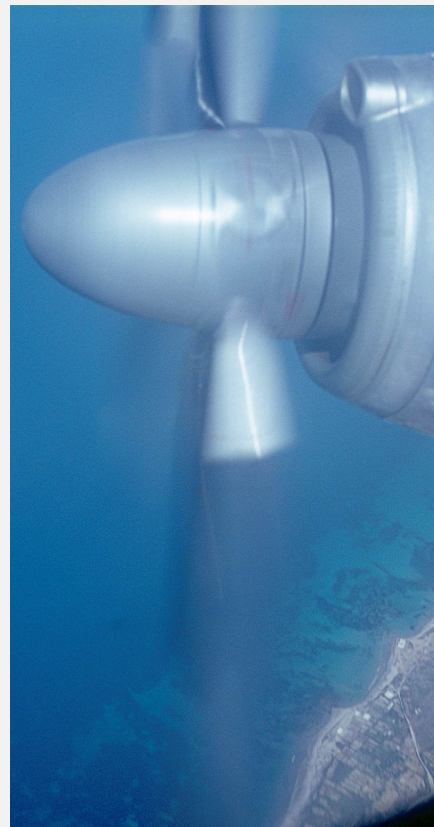
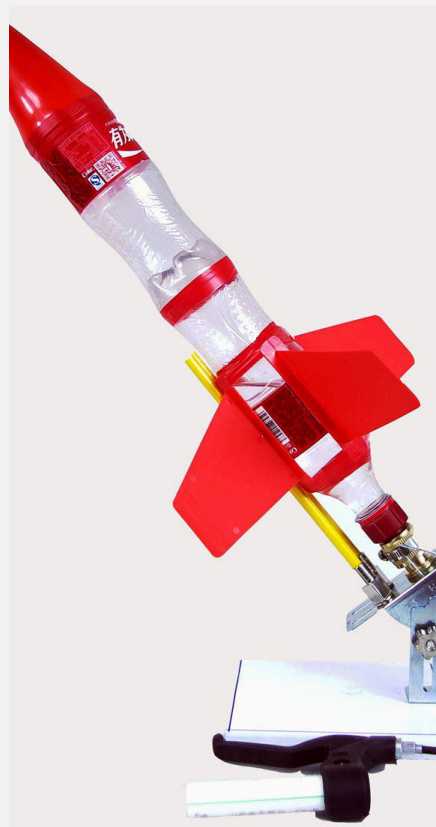
水火箭是一种利用水和空气动力学原理制作的简易火箭模型，通过向瓶内加压水，然后迅速释放，使水通过特定设计的喷嘴高速喷出，产生反作用力，推动火箭升空。

特点

水火箭制作简单，成本低廉，安全性高，适合作为科普教育和课外活动的项目。



水火箭的原理



💡 牛顿第三定律

水火箭通过向瓶内加压水，使水通过喷嘴高速喷出，产生反作用力，推动火箭升空。这是牛顿第三定律的具体应用。

✍️ 空气动力学原理

水火箭的飞行受到空气阻力和升力的影响。通过调整火箭的形状和喷嘴设计，可以改变空气流动，提高水火箭的升力。



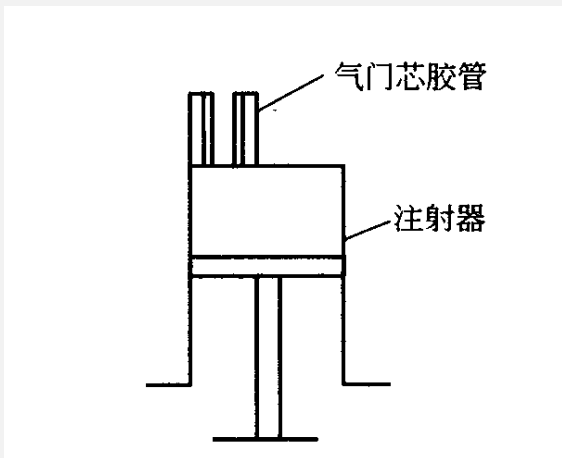
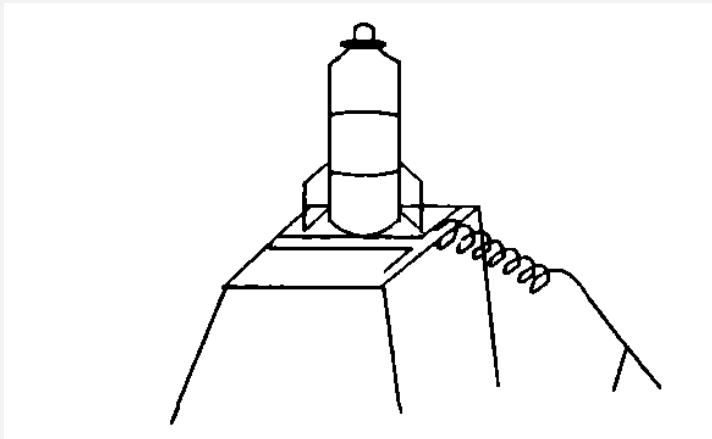
水火箭的原理



理论基础

关于水火箭的理论基础及相关计算可以参考以下文献：

- [1] Michael de Podesta. A guide to building and understanding the physics of Water Rockets[M]. London: NPL(National Physical laboratory), 2007.
- [2] Eunice E. Yang, Brian L. Houston. Understanding the Physics of Water Rockets Using Wireless Sensors[M]. University of Pittsburgh at Johnstown, 2016.
- [3] 吕宗友,陈晓莉,王柏庐.水火箭的制作与发射[J].物理教学探讨(中教版),2002,20(9):44-45
- [4] 侯沐朗. 模块化多级水火箭设计与模拟[J].兵器装备工程学报, 2016(9): 188—192
- [5] 冯冠楠. 水火箭的理论探讨[J].新课程,2018,0(6):115-117



$$\frac{dh}{dt} = \begin{cases} \frac{S_0}{S} \sqrt{\frac{2p_1}{\rho \left(1 - \frac{S_0^2}{S^2}\right)}}, h > 0 \\ 0, h \leq 0 \end{cases} \quad (I a)$$

$$\frac{dv}{dt} = \begin{cases} \frac{\mu(p + \rho gh - p_0) - g - \eta}{1 - \mu \rho h}, \left(\frac{y > 0 \text{ 或 } v \geq 0}{\text{且 } h > 0} \right) \\ -g - \eta, y > 0 \text{ 或 } v \geq 0 \text{ 且 } h \leq 0 \\ 0, y \leq 0 \text{ 且 } v < 0 \end{cases} \quad (I b)$$

$$\frac{dy}{dt} = \begin{cases} v, y > 0 \text{ 或 } v \geq 0 \\ 0, y \leq 0 \text{ 且 } v < 0 \end{cases} \quad (I c)$$

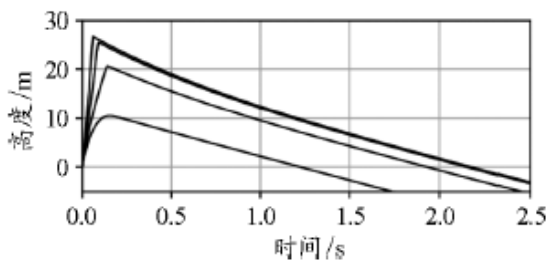
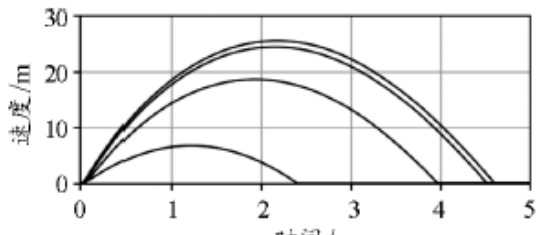


图3 水火箭的高度-时间曲线



02

水火箭的设计与制作





设计理念

01



环保



水火箭使用水和压缩空气作为推进剂，无污染，符合环保理念。

02



简单原理



水火箭利用牛顿第三定律工作，通过压缩空气将水挤出，产生反作用力使火箭升空。

03



创新性



发挥创造力，设计不同形状和结构的水火箭。



材料选择



塑料瓶

用于储存水和装压缩空气，应选择坚固、耐压的塑料瓶。



打气筒

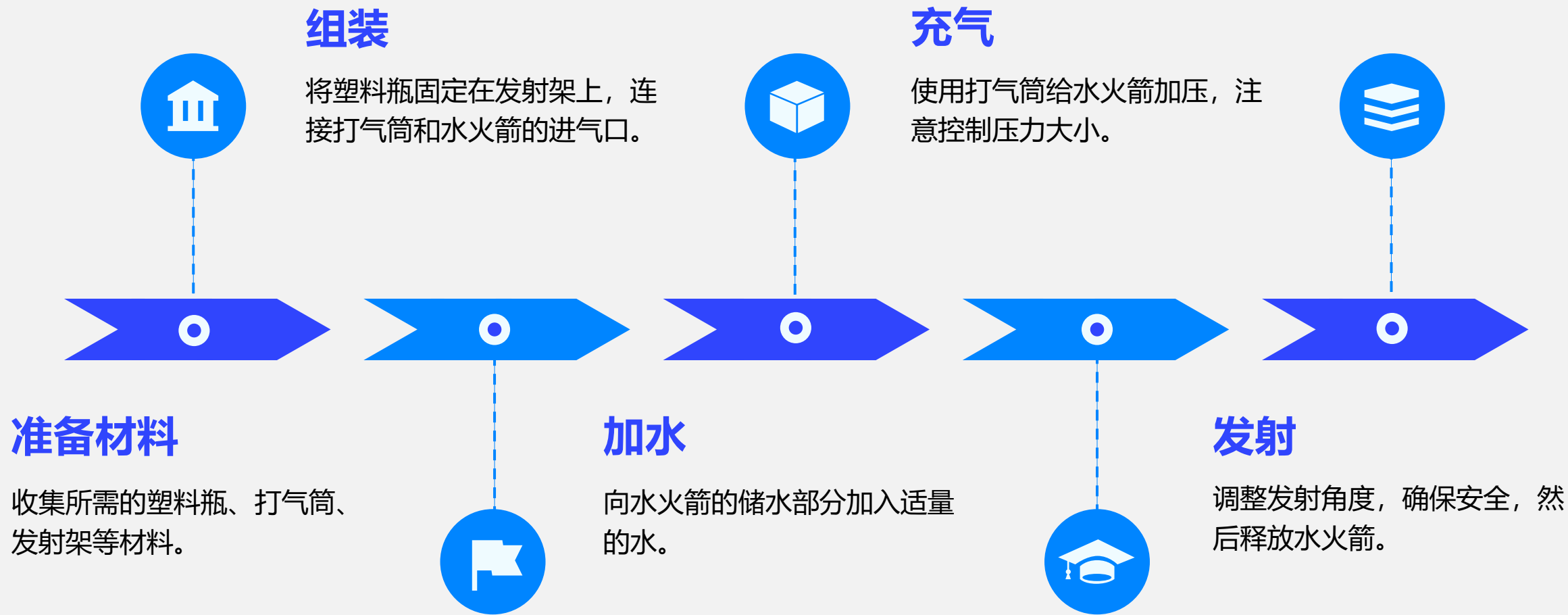
用于给水火箭加压，可选择手动或电动打气筒。



发射架

用于固定水火箭，可用竹签、塑料管等材料自制。

制作步骤





安全注意事项



01

严禁在室内或人口稠密区域发射水火箭，以防误伤他人。



02

发射前确保所有人员撤离至安全区域。



03

避免在有电线、树木或其他障碍物的区域发射水火箭。



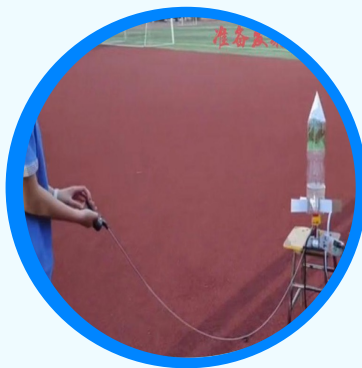
04

使用打气筒时，注意不要过度加压，以免水火箭破裂或造成其他危险。

推进剂质量对瞬时速度影响

推进剂种类

不同种类的推进剂产生的能量不同，从而影响水火箭的瞬时速度。



推进剂质量

推进剂的质量越大，产生的能量越多，（一定范围内）水火箭的瞬时速度也可能越大。



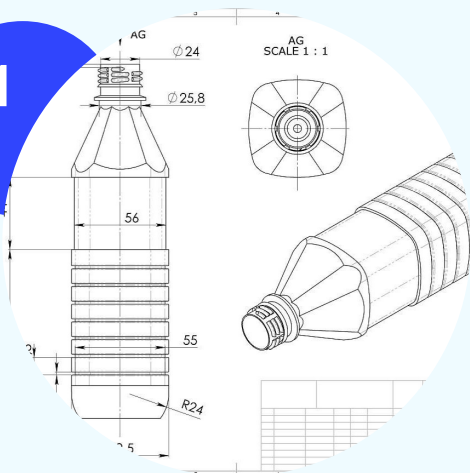
推进剂加注量

推进剂的加注量会影响水火箭的质量和重心位置，进而影响瞬时速度。



喷嘴设计参数优化研究

01



喷嘴直径



喷嘴直径的大小会影响水火箭的出水量和出水速度，从而影响瞬时速度。

02



喷嘴形状



不同形状的喷嘴对水流的聚焦程度和阻力不同，会影响水火箭的瞬时速度。

03



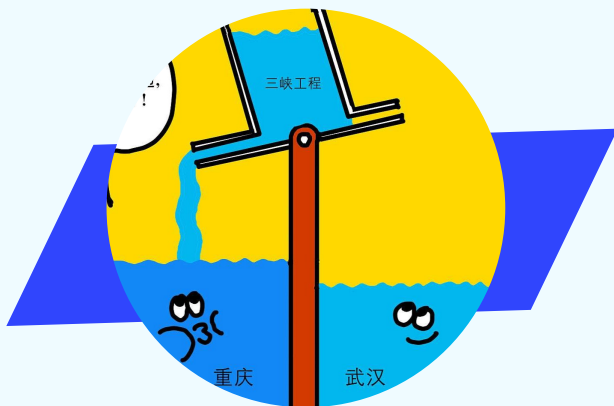
喷嘴位置



喷嘴的位置会影响水火箭的重心位置和稳定性，进而影响瞬时速度。



外部环境条件变化对性能影响



气压

气压的变化会影响水火箭内部的气体压力，从而影响瞬时速度。



温度

温度的变化会影响推进剂的速度和效果，进而影响水火箭的瞬时速度。



风速和风向

风速和风向的变化会对水火箭的飞行轨迹和瞬时速度产生影响。

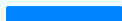


结构改进以提高瞬时速度



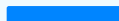
减轻质量

通过优化设计和使用更轻的材料来减轻水火箭的质量，从而提高瞬时速度。



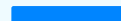
加强结构强度

在保证质量的前提下，加强水火箭的结构强度，使其能够承受更大的内部压力和外部冲击力，从而提高瞬时速度。



优化气动布局

通过优化水火箭的气动布局，减小空气阻力，提高瞬时速度。例如，调整箭体和尾翼的形状、大小、位置等参数。

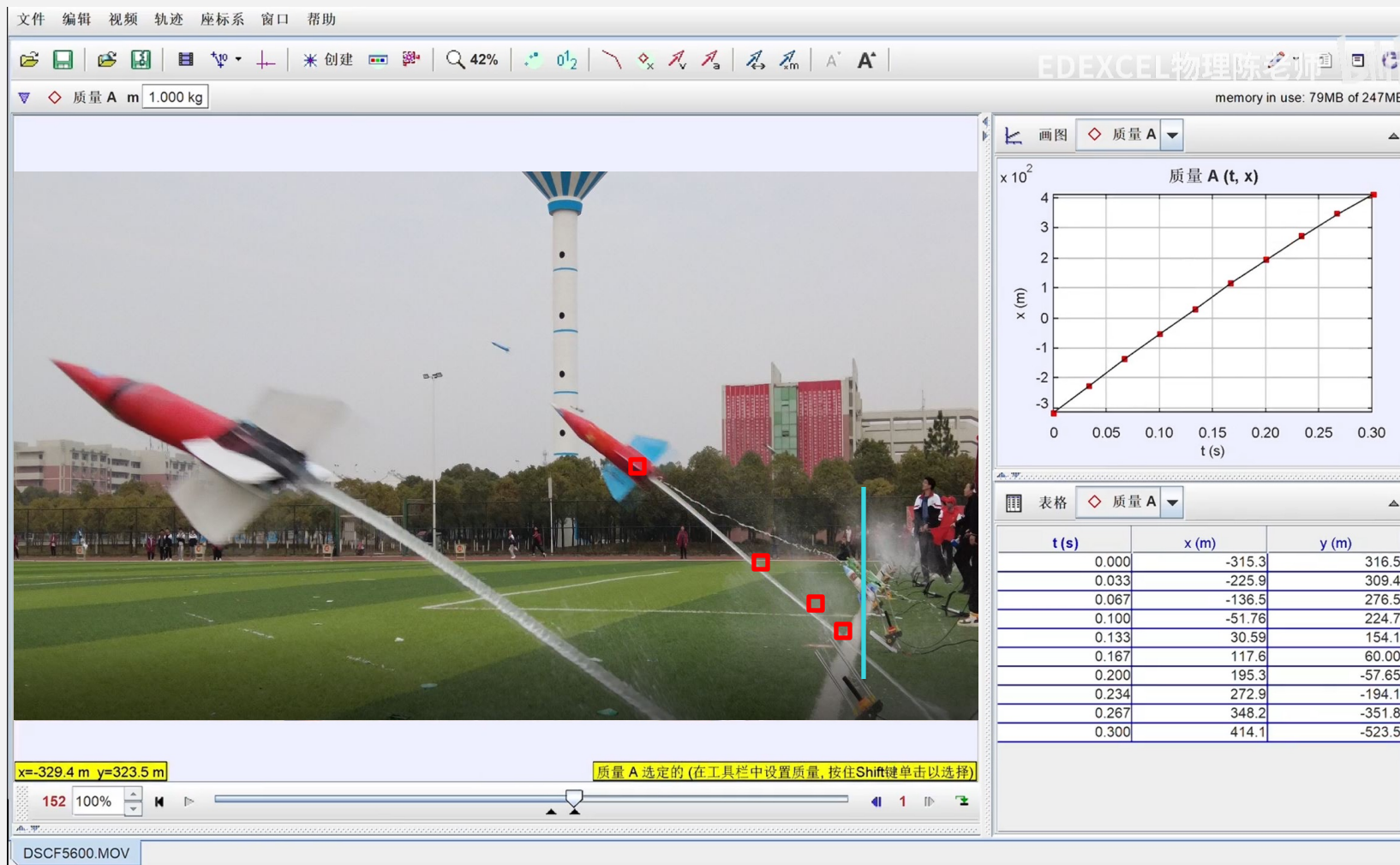


03

水火箭数据的 采集与处理



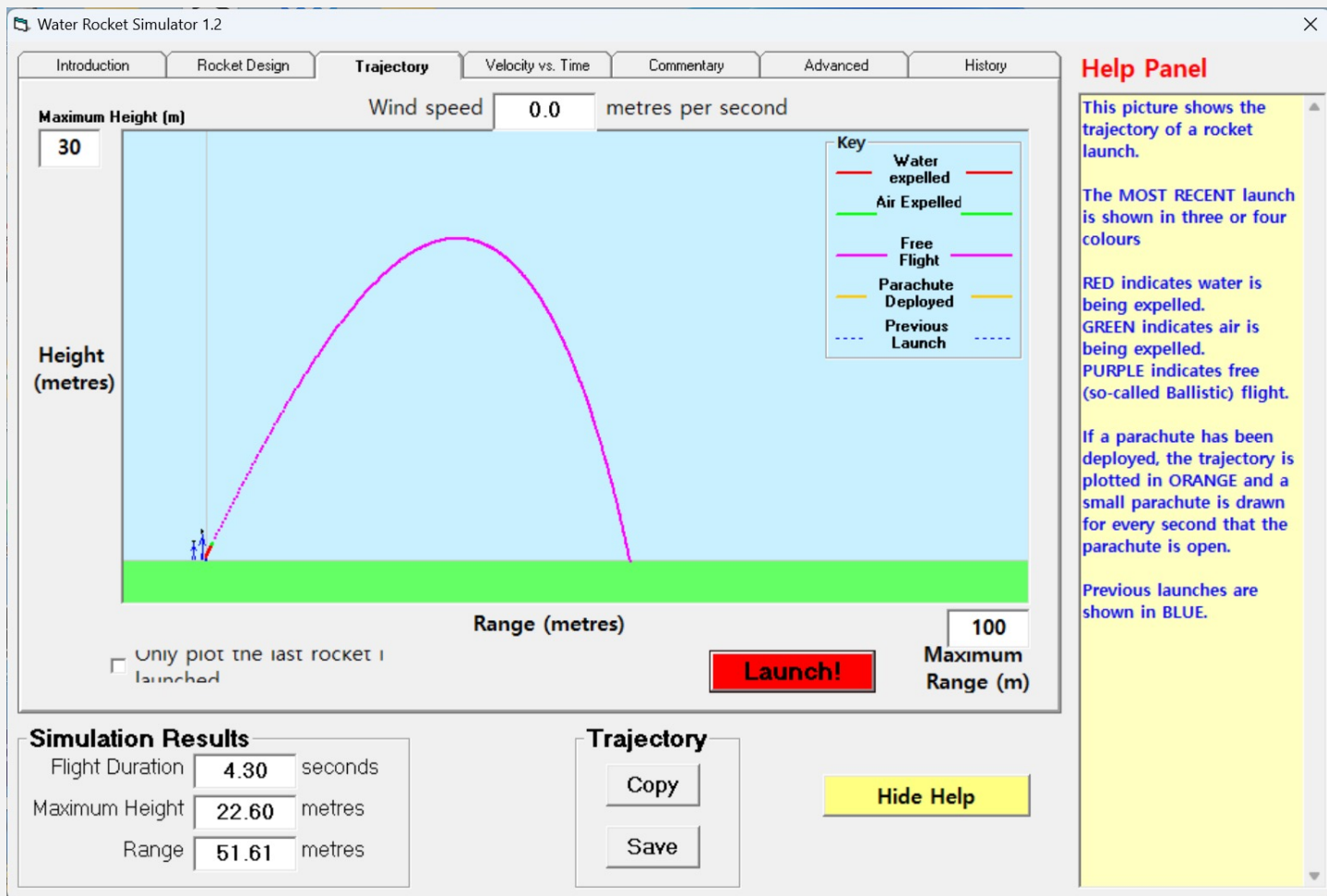
数据处理——方法1 Tracker软件分析法



使用手机或其他拍摄设备进行慢动作拍摄，在Tracker软件中逐帧标记水火箭位置，使用其自带的分析功能可以得出水火箭的速度、加速度等数据。



数据处理——方法2 Water Rocket Simulator软件分析法



使用水火箭专用数据处理软件进行分析，只需输入所需的基本参数，程序可自动计算出理想状态下的运动轨迹、加速度等数据。

数据处理——方法3 细线测量法



用一条细轻线，平放在地上，并在火箭发射的地方放置一个滚轮，滚轮压住细轻线。尽量确保滚轮和细轻光滑细线没有摩擦力，以便准确记录水火箭飞行时带动的细轻移动距离。

水火箭竖直升空时，细线被带动，测量细线移动的距离即可近似得到水火箭的飞行最大高度。

水火箭按一定角度发射，细轻线按照上述位置摆放，水火箭发射落地后，将水火箭固定，细线拉直，最终测得细轻线长度为该角度下最大水平发射距离

误差分析：不可避免会有摩擦与细轻线重量的影响，且飞行距离越大，误差越明显

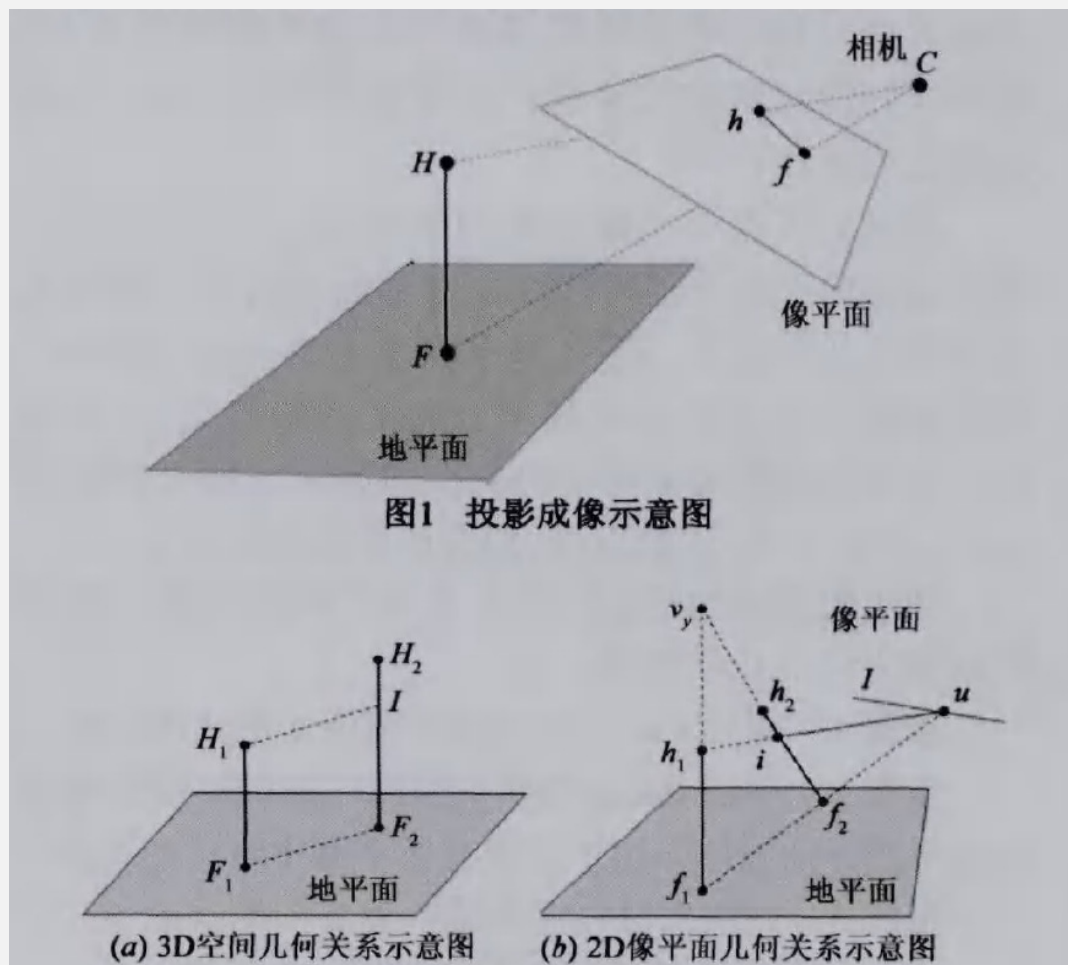
数据处理——方法4 高度计测量法



高度计是一种专门用于测量高度的仪器，可以根据大气压强随海拔高度变化而变化的规律来测量高度。

误差分析：高度计在测量低高度时可能准确性较低，因为此时大气压强的变化可能不够明显，且成本较高。

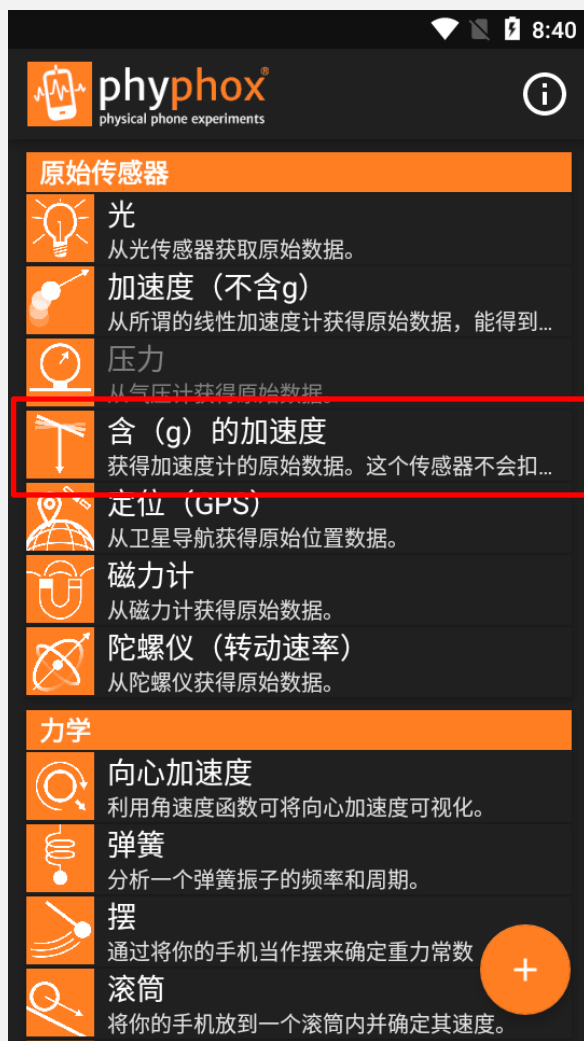
数据处理——方法5 投影测量法



若拍摄非水平视频；拍摄视频后通过数学投影的方法计算出每一时刻水火箭的高度，通过所得数据计算出其速度、加速度等数据。



数据处理——方法6 Phyphox测量法



将手机绑在水火箭上，通过Phyphox软件自带的加速度以及气压计、速度测量功能对水火箭的各种数据进行测量。



数据处理——方法7 手机测量法



使用手机的Li-DAR激光测距获得准确的水平距离以及高度，再结合tracker软件计算每一时刻的速度和加速度。



参考文献（部分）

1. Michael de Podesta. A guide to building and understanding the physics of Water Rockets [M]. London: NPL(National Physical laboratory), 2007.
2. 吕宗友,陈晓莉,王柏庐.水火箭的制作与发射[J].物理教学探讨（中教版）,2002,20(9):44-45
3. 侯沐朗 . 模块化多级水火箭设计与模拟[J] . 兵器装备工程学报, 2016(9): 188—192
4. 冯冠楠.水火箭的理论探讨[J].新课程,2018,0(6):115-117
5. 刘林.基于真实问题情境的项目式教学改进的探究——以“设计显示加速度大小的装置”为例[J].物理教学探讨,2022,40(2):1-410
6. 梁法库,张敏贤,徐艳玲.一种用于室内演示的小水火箭[J].教学仪器与实验（中学版）,2005,21(8):40-40
7. 陈鹏,黄宇新,张宇智,郭志兴,杨正波.基于无线数据传输的水火箭动态监测系统的设计与实现[J].物理通报,2022,51(5):134-135139
8. 廖立杨,杨晓冬.对水火箭发射速度和射程的理论研究[J].物理与工程,2016,26(3):82-86
9. 姜明新,王培昌,王洪玉.基于视频多目标跟踪的高度测量算法[J].电子学报,2015,43(3):591-596
10. 郑天响.飞吧,水火箭——水火箭上升高度的理论研究和计算[J].发明与创新（高中生）,2018(2):30-31

THANK YOU



04

水火箭的发射实验与 结果分析

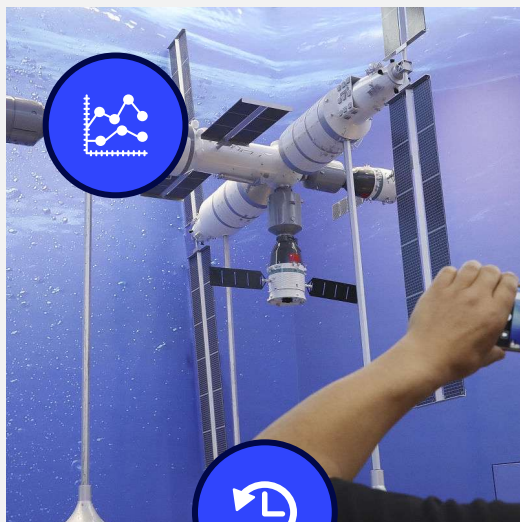




发射过程

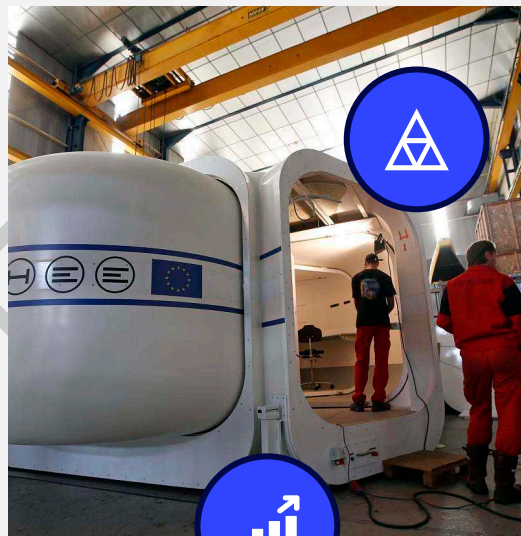
加水 and 充气

按照设计好的水量，给水火箭加水并充气。



放置并固定发射架

将水火箭放置在发射架上，确保固定稳定。



点火发射

在安全的情况下，点燃发射架，让水火箭升空。

观察和记录

观察水火箭的飞行轨迹，记录相关数据。

调试技巧

调整水量

根据飞行效果，调整水火箭的水量，以达到最佳效果。



调整气压

调整水火箭的气压，使其达到合适的发射力度。



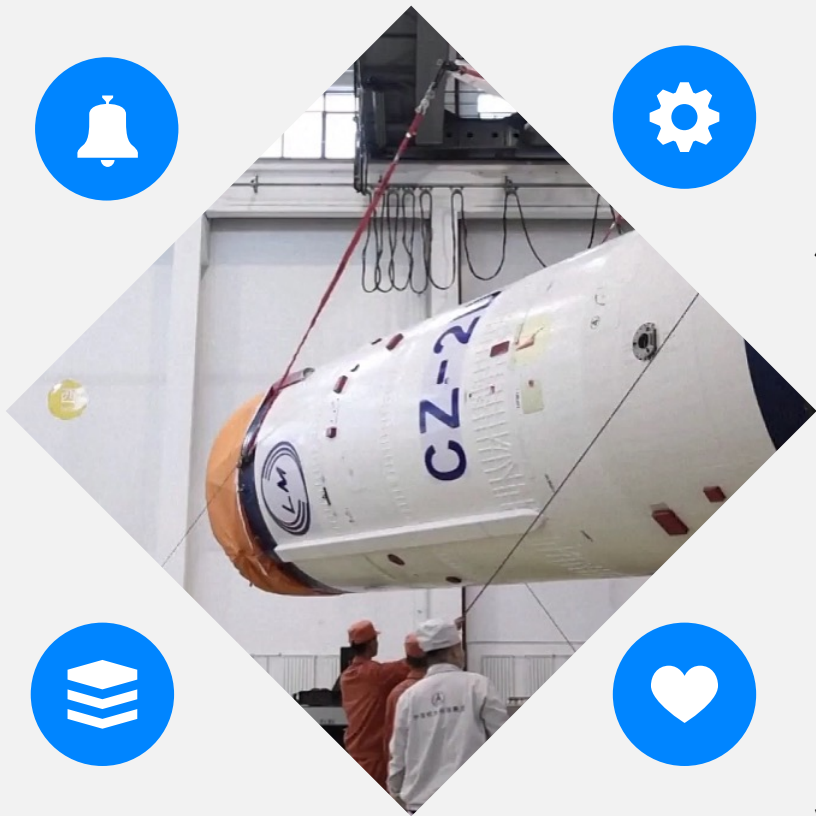
检查结构

检查水火箭的结构，确保没有破损或问题。



多次试验

通过多次试验，不断调整和优化水火箭的性能。

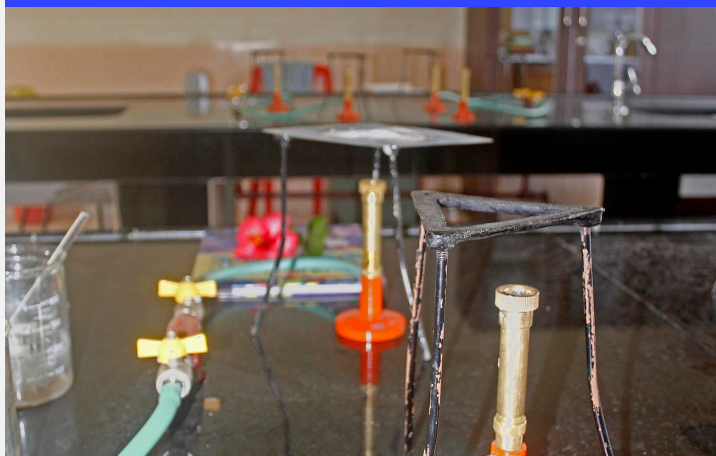




实验设计

目标明确

通过水火箭的发射实验，观察不同因素对水火箭发射距离的影响，并分析其原理。



变量控制

保持水火箭的结构和发射环境一致，改变水火箭的装水量、尾翼数量等变量，观察其对发射距离的影响。

安全措施

确保实验场地安全，水火箭发射方向无人员和易损物品，配备灭火器等安全设备。





实验过程



准备阶段

准备水火箭、发射架、测量工具等实验器材。

装水与充气

根据实验设计，将不同量的水装入水火箭，并充入相应量的压缩空气。

发射与测量

将水火箭放置在发射架上，点燃发射器，测量水火箭的发射距离并记录数据。

数据整理

整理实验数据，分析不同变量对水火箭发射距离的影响。



结果分析

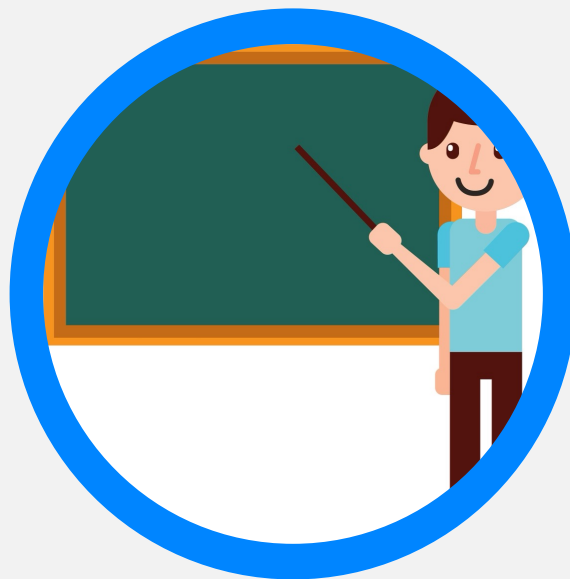
数据分析

根据实验数据，分析装水量、尾翼数量等因素对水火箭发射距离的影响。



图表展示

制作图表，直观展示不同变量下水火箭发射距离的变化趋势。



误差分析

分析实验误差来源，如测量工具误差、人为操作误差等。



实验结论



结论总结

总结实验结果，阐述不同因素对水火箭发射距离的影响及其原理。

。



实际应用

探讨水火箭实验在实际生活中的应用，如航天模型、教育实验等。

。



未来展望

提出改进实验的建议和未来研究方向，如优化水火箭结构、研究新型推进剂等。



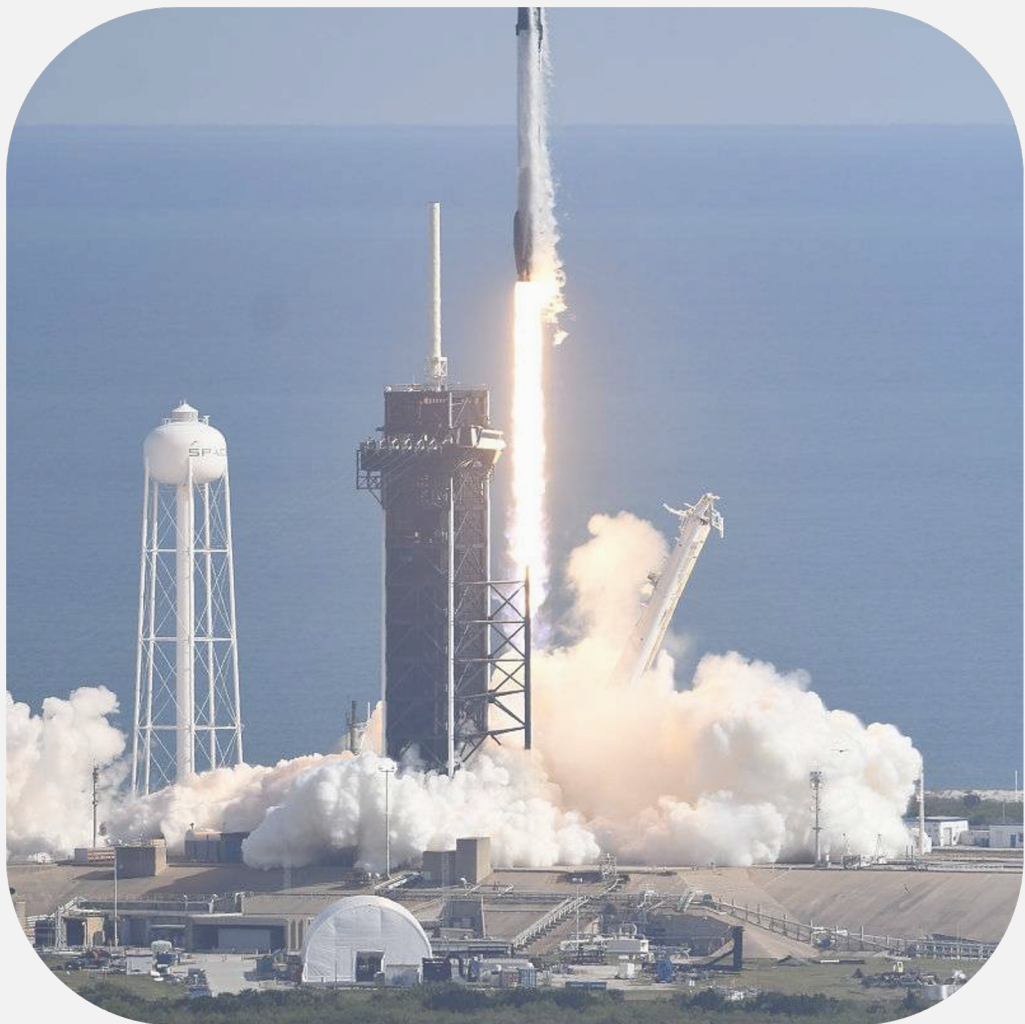
05

水火箭的改进与优化





材料优化



总结词

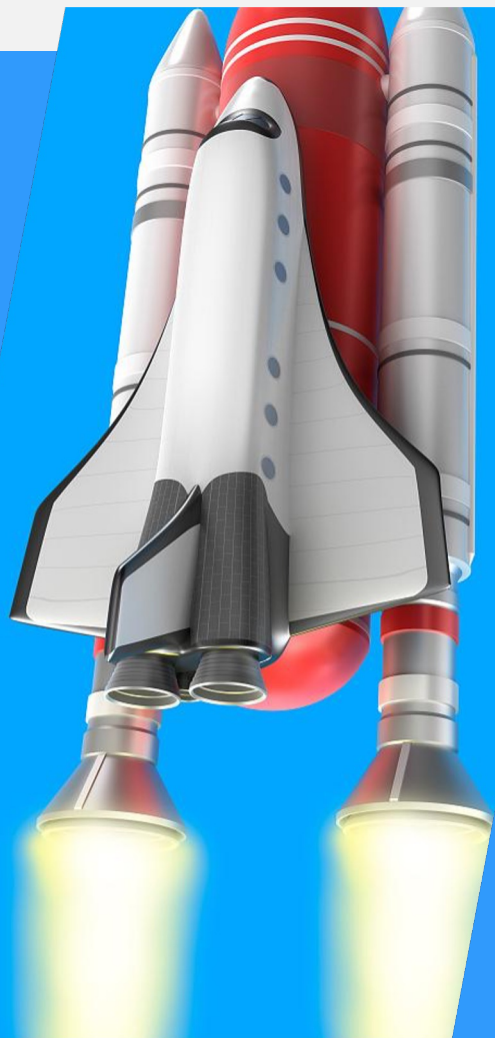
选择合适的材料是水火箭改进的关键，直接影响到水火箭的性能和安全性。

详细描述

选择轻质、高强度且耐压的材料，如铝合金、塑料等，可以减轻水火箭的重量，提高推力和射程。同时，要确保材料具有良好的耐压性能，以承受内部压力和防止爆炸。



设计优化



总结词

设计优化是提高水火箭性能的重要手段，包括箭体设计、推进系统设计等。

详细描述

箭体设计要注重空气动力学设计，减少空气阻力，提高飞行稳定性。推进系统设计要选择合适的推进剂，控制推进剂的流量和燃烧时间，以提高推力和燃烧效率。





发射装置优化

总结词

发射装置是水火箭的重要组成部分，其优化可以确保水火箭的安全性和发射成功率。

VS

详细描述

选择合适的发射架和发射管，确保其稳定性和承重能力。同时，要设计合理的点火系统和压力调节装置，控制发射时的压力和点火时间，保证水火箭的安全发射和准确着陆。

06

水火箭的应用与拓展





水火箭在教育领域的应用



科学教育

水火箭可以作为科学教育的工具，帮助学生了解力学、气压、燃料燃烧等科学原理。

创新教育

水火箭制作和发射过程中，需要学生自行设计、制作和调试，有助于培养学生的创新思维和实践能力。

团队建设

水火箭制作和发射需要团队合作，可以培养学生的团队协作精神，提高沟通能力。

水火箭在科技竞赛中的应用

● 科技创新竞赛

水火箭可以作为科技创新竞赛的项目，通过设计和制作水火箭，展示学生的科技创新能力。

● 航天模型竞赛

水火箭也可以作为航天模型竞赛的项目，与其他模型火箭进行比较和竞争。

● 趣味科技竞赛

水火箭还可以用于趣味科技竞赛，通过创意和趣味性吸引更多学生参与。



水火箭在其他领域的应用



01

环保领域

水火箭使用水和压缩空气作为推进剂，无污染、可回收，符合环保理念，可以用于环保宣传和教育。

02

娱乐领域

水火箭也可以用于娱乐活动，如音乐会、嘉年华等，增加活动的趣味性和互动性。

03

广告宣传

水火箭可以作为广告宣传的工具，通过独特的设计和发射方式吸引公众的关注。