

# 中華龍鳥有羽毛 不作飛行為保溫

## 科學講堂

之前和大家分享了一些故事，探討鳥類是如何發展出飛行能力、我們又是如何推斷的。這個話題還有許多可延伸的部分，比如鳥類的祖先是什麼？鳥類的特有特徵——羽毛，又是怎樣演化出來的？今次就跟各位探討一下。

### 恐龍和鳥是親戚？

之前說過，早在1970年代，古生物學家歐斯壯(John Ostrom)就通過各種化石和對比各種古生物的身體結構分析出，飛行能力的來源可追溯到地上奔跑的恐龍。歐斯壯更猜想，恐龍最初是基於其他的理由(例如保暖)而演化出初步的羽毛。在之後的進化歷程中，羽毛慢慢變得更長，結構變得完整，鳥類的祖先才運用它們發展出飛行的能力。不過在當時，很長一段時間都沒有發現相關的化石證據。

及至1996年，在中國遼寧發現了中華龍鳥(Sinosauropteryx)的化石。這塊化石十分完整，清楚地展示了整隻小型肉食性恐龍的骨骼和眼窩。最引人關注的是這塊化石保留有化石化羽毛痕跡，能夠看到原始羽毛的結構，這些原始的羽毛沒有分支，也沒有正常羽毛用來煽動空氣、纖維綿密的部分，因此不能用來飛行。這些有如毛髮的絲狀羽毛，有點類似今天新西蘭奇異鳥的羽毛。之後，在遼寧同一個地質區域中找到更多擁有原始羽毛的化石，並且所顯示的羽毛有着不同形態，甚至有一些已經有了初步的主軸和分支。

恐龍有羽毛的這一發現，進一步完善了我們的猜想，恐龍和鳥類在演化上確實有關係。雖然歐斯壯之前已經藉由分析恐龍的骨骼結構說

服了大部分學者，令我們有理由相信鳥類是由恐龍演化過來的。但由於羽毛是鳥類獨有的特徵，有羽毛的恐龍成了一個更加有力的證據。

另一個重要的訊息就是，原始的羽毛並不利於飛行，顯然不是為了飛行而演化出來的，而是後來才逐漸變利於飛行。這種「無心插柳」、器官發展出和本來「計劃」不同功能的現象，被科學家們稱為「擴展適應(exaptation)」。協助魚類在水中浮沉的魚鰾亦是另一個例子：古代魚類的原始肺部後來演化成陸上動物用來呼吸的肺部，但在魚類的身上，則略為改變了功用，發展成也是善用空氣的魚鰾。

那麼羽毛最初的功用究竟是什麼呢？化石中的原始羽毛只在中華龍鳥身體的周邊找到，濃密而且分布平均，所以用來保暖真的是十分合理的推論。不過這就表示中華龍鳥已經是溫血動物，有恒常的體溫，在面臨環境溫度的變化時不能改變自己的體溫以適應環境，因此才有保暖的需要。通過對比不同個體的化石，我們可以推斷出生物的生長速度，而分析則顯示，中華龍鳥骨頭生長迅速，代表其較高的新陳代謝率，正好就是需要為自己身體產生熱能的溫血動物的特徵。

### 小結

近年愈來愈多相關的證據被發現，讓我們能更清楚地理解恐龍怎樣慢慢演化成現代的鳥類，並發展出飛行的能力。這是近代生物學界的一大發現，不過細心一想，原來這不過是20多年前的研究成果。科學的發展，有時好像寸步難移，有時卻一日千里。不過最重要的，自然還是科學家們鍥而不捨的努力。



◆ 中華龍鳥生活構想圖。

網上圖片



▲ 新西蘭奇異鳥沒有翅膀，其羽毛不用於飛行，而是用於保暖。

資料圖片



▶ 在中國遼寧發現的中華龍鳥化石，左下角所示為其保存羽毛痕跡與內部組織。

網上圖片

◆ 杜子航 教育工作者

早年學習理工科目，一直致力推動科學教育與科普工作，近年開始關注電腦發展對社會的影響。

## 延伸題目思考 多學一點知識

### 奧數揭秘

問題：三維直角坐標之中有一個正方體，其中三個頂點為A(2,3,0)、B(0,5,4)和C(4,1,8)，求正方體中心的坐標。

答案：找出連結三點的線段長度，應用距離公式，得知

$$AB = \sqrt{(2-0)^2 + (3-5)^2 + (0-4)^2} = \sqrt{24}, \text{ 其餘算式類似，得 } BC = \sqrt{48}, AC = \sqrt{72}.$$

由於正方體裏，連結兩頂點的線段，不同長度的只有三種，而最長的線段中點，就是正方體的中心，因此中心是AC中點，得坐標為 $(\frac{2+4}{2}, \frac{3+1}{2}, \frac{0+8}{2}) = (3, 2, 4)$ 。

解題的關鍵在於，正方體上頂點之間的線段長度只有三種，而剛好題目中的三點連結起來的線段長度各不相同，因此發現AC是最長的對角線，穿過中心點，中心點又剛好是AC的中點，因此解得答案。

題目這樣是解出來了，要當作完成了也可以，不過也可以順道了解一下，正方體頂點間的線段除了只有三種長度，這些長度間又有什麼關係。這也容易，簡言之是 $1:\sqrt{2}:\sqrt{3}$ ，只需要假設邊長為1個單位，然後用畢氏定理就可以了。

再看題解裏，那些線段長度，AB:BC:AC，剛好就是 $1:\sqrt{2}:\sqrt{3}$ ，那樣三點的位置也就明顯了，A點和B點是在正方體其中一面上相鄰，而B點和C點在正方體一面上是對角，C點則是距離A點最遠的頂點。看着題目，了解到這裏，正方體上三個頂點的位置也就明白了。

另外也可以探索一下題目的條件，比如問起平常正方體上三個頂點的坐標，是不是就計得出中心來呢？這個找中心的問題，背後有個更基本的問題，就是這個正方體是不是只有一個？這個也不是必然的，比如三個頂點的坐標，剛好就在正方

體同一個表面上，那樣三點也只能決定這個表面的位置，可能的正方體卻有兩個，中心也有兩個。

究竟在正方體的八個頂點中，知道哪三點的坐標，才可以決定得了那個中心的位置？這個問題，有興趣的讀者也可以想想。

題目裏的條件，比如三點坐標都是整數，這也不是隨便可以作出來的。開始時找第一點，有整數的坐標可以隨便找，第二點若是隨便找個整數坐標，也還可以的，到了第三點的限制就多了，可能坐標會出現根式。

對高中生來說，沒去沿着一些很複雜的思路做，而是懂得發現正方體頂點之間線段的關係，就非常好了。能夠知道什麼樣的條件可以找到三點的整數坐標，又能決定了唯一的中心，已經算是高水平。

要是學生喜歡思考多些，可以想想上邊推廣的問題，雖然不延伸思考，做完題目，想輕鬆一點也可以，但有些人喜歡做多幾題，有些人則喜歡在每一題裏看多點東西。若是身邊的教材比較少，可能就要考慮在一題裏，怎樣學到更多知識。



▲ 老師於「垃圾分類日」教導學生正確地分類垃圾並進行回收和再利用。 作者供圖

◀ 親子參與「泥灘大探索」活動。 作者供圖

## 幼園推綠色教育 培養環保價值觀

### 綠得開心@校園

仁濟醫院

董伯英幼稚園

園主張從幼

兒階段開始推廣綠色教育，將環保教育融入到課程中，加強師生對環保的意識。如在藝術課中鼓勵學生透過繪畫和手工藝等方式，表達他們對環境保護的觀點和想法。

### 環保意識 從小培養

幼稚園亦積極安排戶外考察，到訪「水知園」、「魚菜共生農場」及泥灘進行大探索等。幼兒親身參與和體驗，可培養綠色價值觀，包括珍惜資源、節約用水和能源，減少浪費和污染的行為，以及有關生態系統、可再生能源和節能減排的知識等。

為致力推行有特色及創新的環保活動，以培養幼兒對環境保護意識和責任感，幼稚園實施「垃圾分類日」，透過有趣的活動讓幼兒正確地分類垃圾並進行回收和再利用，從小培養他們的環保觀念。

幼兒認真學習正確分類垃圾的方法，並樂於與同伴分享自己的知識，讓他們明白自己亦可為環境作

出貢獻。

另外，幼稚園開展「綠色生活日」，介紹節能、節水和減少廢棄物等環保生活方式。通過遊戲和實踐，學習如何節約能源、合理使用水資源，以及減少使用一次性產品等，從小改變生活習慣。

### 鼓勵創意 寓教於樂

學校定期舉辦「環保展覽」，展示幼兒的環保創意和作品，例如使用回收材料製作手工藝品或設計環保海報等。幼兒對環保活動的反應非常積極和主動，參與活動時的愉悅和興奮的情緒，體現出他們對環境保護的興趣和關注。

家長們相信這種教學能夠為幼兒的未來發展和地球的永續發展作出貢獻，讓幼兒從小學會節約能源、減少浪費，並學會選擇環保材料和綠色消費。

綠色教育對幼兒的全面發展有所裨益，不但提升他們的創造力和想像力，同時鼓勵他們多參與戶外活動，享受自然的恩賜，有助他們保持身心健康。從幼兒開始環保教育，培養他們成為關懷環境、具有可持續思維和創造力的全球公民。

◆ 仁濟醫院董伯英幼稚園(港燈「綠得開心計劃」「綠得開心學校」之一，2022/23年獲「綠寶與我的低碳生活繪畫比賽」最積極參與學校獎。)

◆ 港燈綠得開心計劃，致力透過多元化活動，協助年輕一代及公眾人士培養良好的用電習慣、多認識可再生能源和實踐低碳生活，目前已超過650間全港中小學校及幼稚園加入「綠得開心」學校網絡。如欲加入一同學習和推動環保，歡迎致電3143 3727或登入www.hkelectric.com/happygreencampaign。



Facebook

◆ 張志基

簡介：奧校於1995年成立，為香港首間提供奧數培訓之註冊慈善機構(編號：91/4924)，每年均舉辦「香港小學數學奧林匹克比賽」，旨在發掘在數學方面有潛質的學生。學員有機會選拔成為香港代表隊，獲免費培訓並參加海內外重要大賽。詳情可瀏覽：www.hkmos.org。