

# 中國南極冰穹A 的天文選址與觀測

中國科學院國家天文臺南京天文光學技術研究所  
中國南極天文中心  
文/ 袁祥岩， 崔向群

## 南極天文概況和天文觀測的優勢

90年代，氣球搭載的宇宙微波背景輻射毫米波觀測發現了宇宙零曲率，從而導致了南極天文觀測時代的到來。這個由NASA、NSF等幾個國際機構的合作項目標誌著電波天文學達到了具有顯著宇宙學意義的偉大里程碑。

2004年9月，澳洲天文選址小組在英國《自然》雜誌上發表了南極冰穹C (Dome C)選址工作的研究結果，認為南極是地球上最好的天文臺址。Dome C主要優勢如下：1) 視寧度極好，冰穹C近地層30米以上的平均大氣視寧度為0.27角秒；2) 晴天時間超過90%，可對南天區進行3到4個月的連續觀測；3) 寒冷乾燥，水氣含量低，紅外背景輻射低；4) 大氣中塵埃少，天空中散射光少，大氣透過率高；另外還有低風速、人工光源干擾最少等等優勢。將望遠鏡安放在南極將比安放在地球上的其它地方效率至少提升2-4倍，引起了國際天文界對南極高原的廣泛關注和高度重視。

世界各天文研究大國相繼提出和實施了南極天文望遠鏡計畫，如美國等國家已經在其南極站設置了一些毫米波、次毫米波和太陽望遠鏡；義大利和西班牙已經聯合研製了口徑0.8米的南極紅外望遠鏡IRAIT；澳洲等國已經開始合作研製將安裝在冰穹C的2.4米光學紅外望遠鏡PILOT；西班牙、蘇格蘭和美國合作提出了冰穹C天文觀測計畫—PASS (Permanent All Sky Survey)；法蘭西等提出的光學合成孔徑陣成像計畫KEOPS；日本也將安裝一臺0.4米口徑的紅外望遠鏡在冰穹F。南極的地形圖如圖1所示。

編者按：「視寧度」在臺灣慣稱為「視相度」

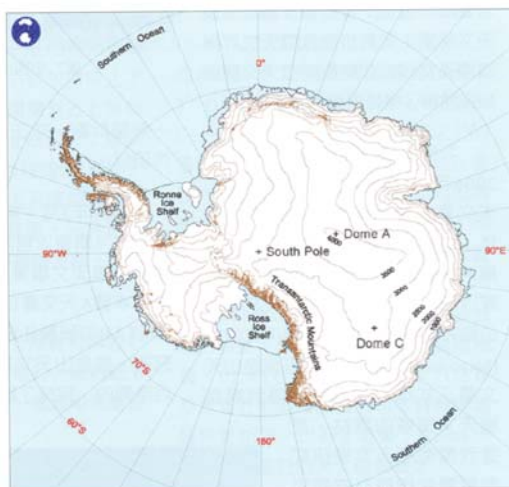


圖1. 南極地形圖

## 中國南極天文學的機遇和進展

2005年1月，我國南極內陸科考隊在李院生隊長的帶領下在人類歷史上首次登上“人類不可接近之極”——南極冰穹A（Dome A），圖2。確立了我國極地科學事業從極地考察大國向極地科學強國邁進的里程碑。按照地形和環境的相似性，Dome A 被國際天文界一致認為可能是比Dome C 更好的天文臺址，是開展光學、紅外和次毫米波觀測的理想臺址，這進一步引發了國際南極天文熱潮，同時也為我國天文界與國際天文界合作開展南極天文觀測研究開創了極好的機遇和條件。

我國天文學家及時抓住機遇，2006年12月在中國科學院紫金山天文臺、南京天文光學技術研究所、國家天文臺、國家海洋局中國極地研究中心等單位的領導、科學家以及若干著名海外華人文學家的強力推动下，中國南極天文中心 (<http://ccaa.pmo.ac.cn>) 在紫金山天文臺正式成立，成為保障我國南極天文領域的權益，推進我國南極天文學研究和國際合作與交流的平臺。中國南極天文中心的成員目前包括天文、物理、南極科考等領域的研究人員。

在國家海洋局極地考察辦公室和中國極地研究中心的鼎力支持下，中國南極天文中心正式加入2007-2008年度南極科考和第四次國際極地年的中國行動計劃

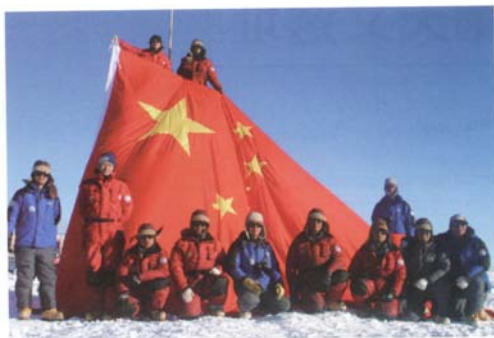


圖2. 中國南極科考隊于2005年1月10日首次登頂冰穹A

一熊貓計劃，並由此開啓了由中國領導的南極天文國際合作項目。

2007年3月，中科院基礎局部署了知識創新工程重要方向項目《南極冰穹A的天文選址和天文觀測》，正式拉開了中國南極天文事業的序幕。中國南極天文中心旋即啓動了南極冰穹A天文臺址測量儀器和光學天文觀測設備中國之星-CSTAR的研製任務(圖3)，由中科院南京天文光學技術研究所、紫金山天文臺和國家天文臺聯合研製，在短短9個多月時間內，完成了該設備的設計、製造、系統集成和各種測



圖3. 南極小望遠鏡陣CSTAR

試。國際合作的自動臺址測量艙PLATO (圖4) 也在不到一年的時間內順利完成，該設備主要由澳洲新南威爾士大學 UNSW 研製。

CSTAR由4臺有效孔徑100mm的小望遠鏡陣組成，焦距1.2,視場20平方度，每個望遠鏡配不同的濾光片，分別是全波段(3900Å~8800Å)和G、R、I波段。4臺望遠鏡固定不動，鏡筒密封充氮，保護玻璃傾斜且鍍導電膜，很好地解決了鏡面積雪和結霜的問題。

CSTAR主要的科學目標是進行變星監測，獲得多波段長時間週期的連續光變曲線，用於實現天象觀測，搜尋系外行星等，另外一個重要功能是Dome A天文臺址測量，進行天光背景、雲量、透明度和連續晴夜數的測量統計等。

2008年1月CSTAR被成功安裝在Dome A，3月20號傳回首幅星圖，連續觀測135天後，因能源供給故障停止了觀測。CSTAR在Dome A所拍攝的每幅星圖有近上萬顆星，20秒曝光的極限星等也比中緯度臺址國家天文臺興隆觀測站深兩等左右，顯示了Dome A極好的觀測條件。CSTAR的連續觀測獲得了大量南極點附近天區的星圖，發現了一批具有重要研究價值的星象—變星。另外透過CSTAR的觀測數據也獲得了DOME A的連續晴夜數、天空亮度和雲層覆蓋等重要的天文臺址訊息。

PLATO主要由儀器艙和發電艙組成，兩者相隔約45米，另外太陽能板還可在夏天提供額外的電力。儀器艙主要放置主控計算機和各儀器的計算機系統、電池組和能源分發系統等。

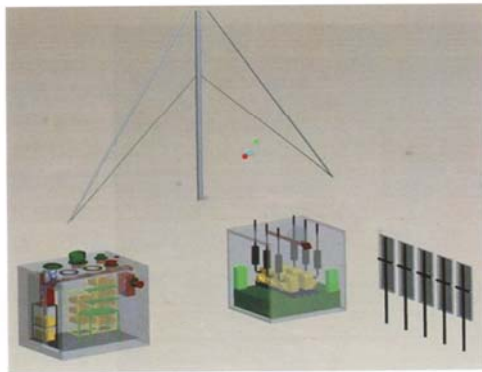


圖4. Dome A 自動臺址測量艙

PLATO的主要臺址測量儀器有：1) Pre-HEAT(High Elevation Antarctic Terahertz)由美國亞歷桑那大學提供，與紫金山天文臺合作，測量大氣毫米波的不透明度及銀河系發射線的成像，是一個更大更靈敏的望遠鏡的模型，安裝在儀器艙的牆壁上，部分光路伸在艙外，已測得的數據顯示Dome A具有目前地面上最乾燥最穩定的次毫米波觀測條件；2) SNODAR (Surface layer Non-Doppler Acoustic Radar)用於測量南極高原上的大氣邊界層的高度和強度，觀測數據處理的結果顯示Dome A最低邊界層的高度僅有9米，而Dome C的邊界層高度為30米；3) DASLE (Dome A Surface Layer Experiment) 研究大氣湍流層之上的邊界層的氣象條件，此裝置目前安裝在15米的高塔上；4) GATTINI由兩臺相機組成，用於測量天空亮度、極光、雲層以及冬天的氣輝，相機放置在PLATO的頂部，指南極點。另外還有4臺Waterc攝影機安裝在儀器艙的頂部，監測外部的試驗和發電模塊。PLATO所獲得的關於水汽含量及湍流近地面層高度的初步資料與理論預測相符，也初步證實了Dome A為地球上最好的天文觀測臺址。

目前我們正在研製三臺可遠程遙控的短筒施密特望遠鏡AST3，入瞳直徑500mm，焦比3.7，視場4.1°，10k x 10k的CCD漂移掃描，望遠鏡進行指向跟蹤。AST3的主要科學目標是透過Ia型超新星研究宇宙暗能量，用弱引力透鏡效應尋找系外行星等，同時也用於臺址測量。第一臺AST3的望遠鏡將於2009年10月份隨我國第26次南極科考隊安裝到Dome A。AST3在南極星空下的效果圖如圖5所示。





圖5. AST3 在Dome A 的效果圖

南極望遠鏡的研製遵循了從簡單到複雜，從小口徑到大口徑的發展原則，從固定不動的小望遠鏡陣CSTAR，到可遠程跟蹤的中等口徑的AST3，再到我國即將開展的南極更大口徑（比如4米級）的光學/紅外和次毫米波望遠鏡。在一步步的技術累積和後勤支援系統的支持下，我們的最終目標是在Dome A 建立南極天文臺，大力推展我國南極天文的研究。

### 南極內陸天文科考介紹

2007年11月，中國第24次南極科考隊乘“雪龍”號考察船從上海啟程前往南極，2008年1月12日，天文學家周旭和朱鎖熹隨內陸考察隊成功登頂南極冰蓋冰穹A頂峰。在全體考察隊員的協助下，他們順利完成了南極內陸第一套光學天文觀測設備——中國

之星（CSTAR）和南極高原天文自動觀測鏡（PLATO）的安裝並成功啟動，實現了遠程數據傳輸和控制，成為國際科學界廣泛矚目的大亮點。這是中國天文學家首次步入南極並到達內陸最高點，開啓了人類立于南極冰蓋之巔探索宇宙奧秘的新里程。英國《自然》雜誌、美國《科學》雜誌、《紐約時報》、《國家自然地理》等國際主流媒體相繼重點報導了這一歷史性事件。

2008年10月第25次南極科考又開始了，此次科考的一個重要任務就是建立我國第一個南極內陸考察站，也是我國繼長城站和中山站之後的第三個南極考察站，這為我國的南極天文發展提供了更強有力的保障。南京天文光學技術研究所的宮雪非副研究員參加了此次科考。此次天文科考的目的主要是進行CSTAR和PLATO的更新和維護，取回數據硬碟，同時為我們現下正在研製的AST3進行地基處理。往返的途中還將進行振動情況測試和分析，為AST3 和後續要研製的大口徑望遠鏡的包裝和運輸提供設計依據。

袁祥岩：中國科學院國家天文臺南京天文光學技術研究所，副研究員。  
崔尚群：中國科學院國家天文臺南京天文光學技術研究所，研究員。



圖6. 2008年1月12日，天文學家周旭和朱鎖熹隨內陸考察隊成功登頂南極冰蓋冰穹A頂峰