

Na čem pracujeme: Dynamika cirkumbinární látky kolem podivné hvězdy Z CMa

5.9.2023 - | Astronomický ústav AV ČR

Hvězda Z CMa udivuje astronomy již po několik dekád.

Jde o mladou dvojhvězdu s emisními spektrálními čarami. Primární složkou je Herbigova Be hvězda, tedy hvězda spektrálního typu B s emisními čarami ve stádiu před nástupem na hlavní posloupnost, která je stále ještě obklopena matečnou mlhovinou. Hmotnost této složky pravděpodobně odpovídá dvanáctinásobku hmotnosti Slunce, její rozměr Slunce přesahuje 1600krát a navíc je asi 2400krát svítivější. Sekundární složka je typu FU Orionis, velmi mladá hvězda opět před hlavní posloupností obklopená akrečním diskem s masivní ale proměnnou rychlostí akrece. Tato hvězda je asi třikrát hmotnější, 13krát větší a 1300krát svítivější než Slunce. Proměnnost obou složek je jen obtížně předpověditelná, proto asi není překvapením, že tento zvláštní pár se nepravidelně mění se škálami změn jak v měsících až letech, tak se změnami z noci na noc. Rozsah světelných změn dosahuje až dvou magnitud. Hvězdy se od sebe nacházejí asi 100 astronomických jednotek, což na obloze odpovídá desetině obloukové vteřiny.

Pár je obklopen rozsáhlou reflexní mlhovinou rozkládající se až do vzdálenosti 35" směrem na severozápad od dvojhvězdy. Svým tvarem připomíná znak větné čárky, autoři představované práce o této struktuře tedy mluví jako o Čárkové mlhovině. Podrobnější snímky pořízené různými přístroji v minulosti ovšem ukázaly mnoho pracho-plynných struktur na prostorových škálách mnohem menších. Například je možné dobře identifikovat mikrovýtrysky z obou složek. Oba tyto výtrysky jsou lehce zvlněné a nejsou zcela hladké. Na mikrovýtrysk od primární složky navazuje zjevně rozsáhlejší struktura rozléhající se až do vzdálenosti 30" od hvězdy.

V podobném pozičním úhlu se nachází i tzv. streamer, který ale nesměřuje k žádné z hvězdných komponent. Přestože jeho délka přesahuje 2", zdá se, že vyvěrá asi 0,7" jižně od dvojhvězdy. Někteří autoři předpokládají, že jde o důsledek dávného průletu jiné hvězdy okolím dvojhvězdy. Ostatně, i simultánní existence výtrysků u obou komponent je značně neobvyklá a má statistickou pravděpodobnost výskytu menší než jedno procento. Průlet třetího tělesa by tuto raritu též přirozeně vysvětlil.

Zmíněné struktury jsou součástí mnohem většího útvaru, který má vlastnosti velkorozměrového odtoku od dvojhvězdy. Najdeme jej na obou stranách od dvojhvězdy, severovýchodní okraj je ve spektrálních čarách posunut do červena, svědčící o pohybu od nás, zatímco plyn v okraji jihozápadním vykazuje systematicky pohyb směrem k nám.

Tiina Liimets a Michaela Kraus ze Stelárního oddělení ASU se ve spolupráci s dalšími autory věnovaly zejména studiu posledně zmíněného velkorozměrového odtoku. Jejich cílem bylo identifikovat některé struktury na snímkách oddělených sedmáct let a určit, zda některé z nich nezměnily pozici. Z jejich rozdílu by pak bylo možné vypočítat tangenciální rychlost v rovině hvězdné oblohy a zjistit tak celkový vektor rychlosti látky.

K dispozici měl autorský tým jednak snímek pořízený v čáře H α jedenapůlmetrovým dalekohledem na observatoři Mt. Palomar 28. února 2002. Druhé pozorování pak bylo provedeno 27. září 2019 8,1metrovým dalekohledem Gemini-South a k dispozici byly snímky opět v čáře H α doplněné ještě snímkem v zakázané čáře ionizované síry v červené oblasti spektra. Další pozorování v širokopásmových fotometrických filtrech byla k dispozici z přehlídky Pan-STARRS, která oblast

Velkého psa sledovala opakovaně mezi roky 2010 a 2015.

Pro měření tangenciálních rychlostí byla použitelná pouze dvojice H α snímků pořízená s odstupem 17 let. Naštěstí měly oba přístroje velmi podobné vlastnosti i úroveň šumu, takže bylo možné na sebe oba snímky sesadit velmi přesně a to využitím pozic 32 identifikovaných hvězd, které měly podle Gaia katalogu velmi malé vlastní pohyby, takže z pohledu pozorovatele na Zemi skutečně „setrvávají na místě“. Následným přeblikáváním obou snímků (což je v astronomii velmi používaná metoda využívající schopnosti lidského oka a mozku snadno odhalit rozdíly) autoři zjistili, že v celém zorném poli jsou pouze dva objekty, které vykazují zřetelnou změnu polohy. Jde o dva plynné zhustky jihovýchodně od dvojhvězdy, jinak se obecně morfologie velkorozměrového odtoku za posledních 30 let podstatně nezměnila.

Pro dvě zmíněné struktury určili autoři tangenciální rychlosti 420 a 69 km/s, což při započtení známých radiálních rychlostí -390 a -110 km/s vytváří celkové rychlosti vzdalování od dvojhvězdy 576 a 130 km/s. Všechny údaje mají chybový interval několika desítek km/s. Struktury se tedy od dvojhvězdy vzdalují. Známe-li jejich rychlost a dále vzdálenost od dvojhvězdy, lze (za platnosti silných předpokladů) odhadnout jejich věk. Zde se zdá, že jeden z oblaků byl od dvojhvězdy vyvržen před 850 roky, zatímco druhý před více než 5800 roky.

V dalších snímkách autoři objevili pokračování Čárkové mlhoviny ve formě slabého difúzního oblouku směřujícího na východ a jihovýchod od dvojhvězdy. Vnitřní struktura tohoto oblouku má charakter ptačích per, zdálo by se tedy, že oblouk mohl vznikat při opakujících se událostech. Na první pohled by se nabízela naivní představa, že jde o materiál vyvržený při aktivních epizodách z dvojhvězdy, která se však mezitím vlastním pohybem od tohoto místa vzdálila. Měření vlastního pohybu hvězdy ale ukazují, že se Z CMa pohybuje směrem k oblouku. Vznik této struktury tak zůstává neobjasněn, i když autoři v práci přišli hned s několika alternativními hypotézami. Jako nejslibnější se v tuto chvíli jeví možnost, že jde skutečně o výsledek dávné erupční aktivity, který však mohl být směřován orbitálním pohybem složek dvojhvězdy.

T. Liimets, M. Kraus a kol., *Large-Scale Ejecta of Z CMa—Proper Motion Study and New Features Discovered*, *Galaxies* 11 (2023) 64, preprint arXiv:2305.03080

<https://www.asu.cas.cz/articles/2154/19/na-cem-pracujeme-dynamika-cirkumbinarni-latky-kolem-podi-vne-hvezdy-z-cma>