

Odhalena nová tajemství černých děr

13.12.2024 - Jiří Svoboda, Pavel Suchan | Astronomický ústav AV ČR

Český tým astrofyziků z Akademie věd dosáhl významného průlomu v porozumění chování černých děr. Vědci v mezinárodní spolupráci publikovali dvě studie, které poskytují nové pohledy na chování rentgenových dvojhvězdných systémů s černou dírou.

Černá díra o hvězdné hmotnosti v takové soustavě přitahuje hmotu ze svého hvězdného souputníka a vzniká kolem ní tzv. akreční disk. Na pólech černé díry pak může hmota ze systému unikat směrem ven v podobě vysokoenergetických výtrysků.

Nový objev

O existenci rentgenového binárního systému *Swift J1727.8-1613* se až do srpna loňského roku nevědělo. Tmavé místo na obloze začalo z čista jasna zářit na všech vlnových délkách a upoutalo celosvětovou pozornost astronomů zejména v rentgenovém oboru, kde byl objekt po několik měsíců jasnější než jiný známý zdroj rentgenového záření uvnitř naší Galaxie – Krabí mlhovina. Náhlé vzplanutí je pro dvojhvězdné systémy typické, ale zřídka je tak jasné a relativně blízko.

Proto se na tento objekt zaměřily všechny významné rentgenové observatoře včetně družice *IXPE*, což je společný projekt NASA a Italské kosmické agentury. Na palubě *IXPE* je speciální teleskop, který umožňuje měřit polarizaci rentgenového záření. Polarizace určuje množství vln světla kmitající v daném směru. Ukazuje se, že to je klíčový nástroj pro porozumění procesům probíhajícím např. v blízkosti černých děr, které mají silnou gravitaci, jež ovlivňuje okolní materiál a záření. Polarizace nám pomáhá objasnit, jaká je struktura hmoty v blízkosti černé díry.

Změny ve spektrech doprovázeny změnami v polarizaci rentgenového záření

První studie, vedená Jiřím Svobodou z Astronomického ústavu Akademie věd České republiky, se zaměřila na dramatické změny v polarizaci rentgenového záření pozorované během různých fází vzplanutí systému *Swift J1727.8-1613* od srpna 2023 do února letošního roku. „*Náš výzkum ukázal, že během přechodu mezi tzv. tvrdým a měkkým spektrálním stavem rentgenového záření, dochází rovněž k významným změnám v polarizaci,*“ vysvětluje Jiří Svoboda.

V počáteční fázi vzplanutí dominovala záření tzv. koróna, která je hlavním zdrojem tvrdého rentgenového záření v systému. V následném měkkém stavu, kdy je pozorované záření méně energetické, vychází více rentgenových fotonů přímo z akrečního disku. Astronomové nejprve navrhli nová pozorování, na jejichž základě pak zjistili dramatický pokles polarizace. To, že změny v energetickém spektru, tedy v jeho barvě, jsou doprovázeny změnami v polarizaci, potvrzuje, že struktura akrečního disku a koróny se během této fáze významně mění. „*Je to právě polarizace, která prokazuje geometrické změny v rozložení hmoty u černých děr,*“ podotýká Jiří Svoboda.

Obnovení polarizačního stavu: překvapivé zjištění

Druhá studie objektu *Swift J1727.8-1613*, kterou vedl Jakub Podgorný opět z Astronomického ústavu AV ČR, se zabývala obnovením polarizace rentgenového záření po přechodu zpět z měkkého do tvrdého stavu. Tvrdý stav znamená, že záření vzdáleného zdroje je mnohem energetičtější. Pozorovaná binární soustava se do tohoto stavu vrátila v dubnu letošního roku po několika měsících, ovšem se zhruba stonásobně utlumenou jasností oproti prvotnímu vzplanutí v srpnu 2023. „*Vůbec poprvé jsme zaznamenali rentgenovou polarizaci u binárního systému v tomto přechodovém období,*“ říká Podgorný a dodává: „*Zjistili jsme, že polarizace se vrátila k hodnotám zaznamenaným během*

počáteční fáze výbuchu u téhož zdroje, což znamená, že geometrie koróny se pro tento tvrdý stav výrazně nemění, i když rentgenový jas významně klesne.“

Přestože pokles rentgenové jasnosti byl predikován, současné úplné obnovení polarizačního stavu bylo nečekané. Toto zatím poslední pozorování zdroje s *IXPE* naznačuje, že struktura koróny a disku je u binárních systémů po návratu z měkkého stavu mnohem stabilnější, než se dříve myslelo. Protože dominantní směr kmitů světla je v takovém případě u *Swift J1727.8–1613* identický s dříve pozorovaným výtryskem hmoty, lze se domnívat, že se horké plazma v koróně opět rozpíná ve směru roviny disku podobně jako u původního tvrdého stavu s vysokou jasností.

Význam objevů

Tyto výsledky představují významný krok vpřed v našem porozumění tomu, jak černé díry interagují s okolním materiálem a dokazují, že analýza pomocí rentgenové polarizace je ideálním nástrojem. „Pro úplné určení konfigurace v blízkosti černých děr v binárních systémech jsou nezbytná další pozorování s *IXPE* pro více zdrojů. Úspěšná první pozorovací kampaň *Swift J1727.8–1613* v různých stavech je tak tím nejdůležitějším začátkem nové kapitoly,“ uzavírá Michal Dovčiak z Astronomického ústavu Akademie věd České republiky, který se na publikacích rovněž podílel a který je vedoucím pracovní skupiny *IXPE*, která se zaměřuje právě na černé díry hvězdné hmotnosti.

Studie byly publikovány v odborných periodikách *The Astrophysical Journal Letters* a *Astronomy & Astrophysics* a jsou k nahlédnutí pro další informace zde:

<https://iopscience.iop.org/article/10.3847/2041-8213/ad402e>

https://www.aanda.org/articles/aa/full_html/2024/06/aa50566-24/aa50566-24.html

Na webu NASA:

<https://www.nasa.gov/missions/ixpe/nasas-ixpe-details-shapes-of-structures-at-newly-discovered-black-hole/>

Kontakty a další informace:

RNDr. Jiří Svoboda

Astronomický ústav AV ČR, Stelární oddělení, skupina exoplanet

Email: jiri.svoboda@asu.cas.cz,

Tel: 777 214 434

Pavel Suchan

Tiskový tajemník Astronomického ústavu AV ČR

Email: suchan@astro.cz

Tel: 737 322 815

<https://www.asu.cas.cz/articles/2355/19/odhalena-nova-tajemstvi-cernych-der>