

Na čem pracujeme: Dlouhodobý vývoj aktivity kataklyzmických proměnných po výbuchu klasické novy: Q Cygni a BK Lyncis

18.10.2024 - | Astronomický ústav AV ČR

Výbuch klasické novy je považován za kataklyzmickou událost. V systému, v němž kolem sebe obíhají vyvinutá dárce hvězdy a bílý trpaslík, se nahromadí materiál přetékající z této hvězdy na bílého trpaslíka. Tento trpaslík je obklopen akrečním diskem, do něhož přitéká látka z průvodce. Potud jsme popsali systém patřící mezi kataklyzmické proměnné. Dále následují specifika, která jednotlivé typy kataklyzmických proměnných odlišují. Jakmile se látka na trpaslíkovi nahromadí dostatek, zažehne se na něm prudká termonukleární reakce a astronomové pozorují takzvanou klasickou novu. Zásoby látky se však časem vyčerpají, a tak dochází pomalu k obnově původního stavu. Odborníci očekávají, že výbuchy klasické novy se v takovém systému opakují, často na škále tisíců až desítek tisíců let. V naší Galaxii vybuchlo za pozorovatelskou historii přes 500 nov, avšak jen asi 10 z nich svůj výbuch prokazatelně zopakovalo. U těch ostatních na opakování stále čekáme.

Bohužel je celkem běžné, že po poklesu jasnosti klasické novy do původní jasnosti zájem o tuto hvězdu poměrně rychle poklesne. Přitom je ale důležité pro pochopení těchto procesů a aktivity objektu studovat, jakým způsobem se kataklyzmická proměnná vrací ke své původní činnosti a jaké změny v systému během tohoto přerodu nastávají. V tomto jsou velmi výhodné průzkumy historických archivních pozorování. To je disciplína, v níž se mimo jiné našel Vojtěch Šimon ze Stelárního oddělení ASU. Představovaný článek se věnuje detailnímu zkoumání dlouhodobé aktivity dvou takzvaných postnov (tedy objektů, které se vzpamatovávají z výbuchu klasické novy), Q Cygni a BK Lyncis. Q Cygni vybuchla jako Nova Cygni 1876, zatímco BK Lyncis pravděpodobně jako Nova Lyncis 101.

U Q Cygni ukazují pozorování na dlouhodobou aktivitu, která se pohybuje v oblasti blízké horní hranici jasnosti, kde mohou nastávat výbuchy trpasličích nov. Ke zjasnění tzv. trpasličí novy obvykle dochází, pokud teplota akrečního disku kolem bílého trpaslíka dosáhne kritické teploty, která vede k prudké změně viskozity látky v disku. V tom okamžiku krátkodobě proteče diskem zvýšené množství látky, což disk rychle ohřeje a jeho svítivost prudce vzroste. Tok látky diskem je ovšem větší, než je množství přitékající od dárce hvězdy, proto disk nakonec během dní až týdnů zchladne pod kritickou mez a systém se vrátí do původního stavu. Q Cygni vykazuje aktivitu podobnou trpasličím novám, která zahrnuje náhlé fluktuace jasnosti o přibližně 0,6 magnitudy na časové škále týdnů. V systému zřejmě vane z disku vítr (tedy hmota uniká ze systému), v němž se objevují shluky. Přítomnost těchto shluků může ovlivňovat stabilitu disku, zejména když se jeho vlastnosti blíží kritické hodnotě, kde dochází k vzplanutí trpasličí novy. Studie odhaluje, že během několika měsíců, kdy byla Q Cygni v relativně slabším stavu, byly tyto fluktuace potlačeny, ale během jiného období se zvýšily. To naznačuje, že aktivita ve větru akrečního disku hraje klíčovou roli v modulaci jasnosti tohoto systému.

V případě Q Cygni se dále ukazuje, že systém prochází dlouhodobými cykly změn jasnosti, které mohou být spojeny se změnami v množství přenášené hmoty z dárce hvězdy. Tato dlouhodobá variabilita může být důsledkem magnetických cyklů podobných slunečním cyklům, probíhajících na dárce hvězdy. Q Cygni tak vykazuje vlastnosti, které naznačují složitou interakci mezi akrečním diskem a větrnými strukturami, což vede k pozorovaným fluktuacím jasnosti.

BK Lyncis představuje odlišný případ, protože tento systém byl po dobu kolem 100 let pozorován ve stavu velmi vysoké svítivosti. Disk byl zřejmě ve stavu plné ionizace, při níž nemůže docházet ke vzplanutí trpasličí novy a variace jasnosti připomínaly spíše jiné zástupce kataklyzmických proměnných – tzv. novám podobné hvězdy. Po tomto dlouhém období vysoké jasnosti následovalo období, kdy byla vzplanutí trpasličích nov pozorována. Tato vzplanutí vykazovala podobné rychlosti poklesu jasnosti, ale byla pozvolnější než u trpasličích nov, které neprošly výbuchem klasické novy. Tento jev naznačuje přítomnost dodatečného světla v systému – to může být způsobeno různými faktory.

Stabilní rychlosti poklesu jasnosti při vzplanutí typu trpasličí novy u BK Lyncis naznačují, že tzv. ochlazovací a ohřívací fronty v disku jsou dobře definované a jejich šíření je poměrně konzistentní pro jednotlivá vzplanutí. Nicméně, přítomnost tzv. dodatečného světla, které je zodpovědné za zvýšenou jasnost systému i během období klidu, naznačuje, že disk může být ovlivněn dalšími procesy, jako je například ionizace vnitřních částí disku v důsledku záření velmi horkého bílého trpaslíka.

Práce poskytuje detailní vhled do dynamiky akrečních disků v kataklyzmických proměnných po výbuchu klasické novy. Oba systémy, Q Cygni i BK Lyncis, se nacházejí blízko hranice, kde dochází k tzv. termálně-viskózní nestabilitě akrečních disků. Tato nestabilita je, jak již víme, zodpovědná za zjasnění trpasličích nov, která nastávají, když se disk přepne z chladného do horkého stavu a poté zpět. V případě, že je množství přenášené hmoty vyšší než kritická hodnota, disk zůstává ionizovaný a stabilní, což vede k tzv. novám podobným proměnným, zatímco při nižším množství přenášené hmoty dochází k epizodickým vzplanutím trpasličích nov.

Představovaná práce poskytuje důležité indicie pro pochopení dynamiky kataklyzmických proměnných po výbuchu klasické novy a jejich akrečních disků, s důrazem na roli množství přenášené hmoty a vliv na různé typy kataklyzmických proměnných. Studie ukazuje, že dlouhodobá pozorování jsou klíčová pro odhalení komplexních procesů, které řídí aktivitu těchto systémů. Mají i význam pro další výzkum v oblasti kataklyzmických proměnných.

<https://www.asu.cas.cz/articles/2330/19/na-cem-pracujeme-dlouhodoby-vyvoj-aktivity-kataklyzmickych-promennych-po-vybuchu-klasicke-novy-q-cygni-a-bk-lyncis>