

Mira változók II.

A látszó fényességből és a távolságból kiszámíthatjuk a luminozitást. A látszó vizuális fényességet könnyen megmérhetjük, de a távolságmérés már nagyon nehéz! A legkívánatosabb a trigonometrikus parallaxis mérés lenne. Mindemellett szeretnénk mirákat találni halmazokban - mivel az ismert fényességet más halmazok csillagainak távolság-meghatározására is felhasználhatnánk -, de a halmazokban eddig nagyon kevés mirát találtunk! Végül felhasználhatjuk őket **nagyon** összetett statisztikai vizsgálatokhoz, melyek égi mozgásaikon alapulnak. Így egy nem túlságosan pontos, meglehetősen átlagos értékhez jutunk. De "ha a hordó aljára értél, idd azt, ami megmaradt!"

Abban az esetben, ha már megvan a távolság, meghatározhatjuk a luminozitást, a másodpercenként kisugárzott összenergiát. Ez nem csak a spektrum látható részének energiája, a más hullámhosszakon kibocsátott energiát is tartalmazza, sőt a mirák éppen az infravörös tartományban bocsátják ki a legtöbb energiát. A távolságadatokban és az infravörös emisszió korrekcióiban levő bizonytalanságok miatt a számított luminozitások csak közelítőlegések. A leghalványabb mirák kb. 2500-szor fényesebbek a Napnál. Ezeknek 150 nap körüli a periódusuk. 450 napos periódushoz már sokkal nagyobb, 10 000-szeres Nap-fényesség tartozik, ezek nagyon fényes csillagok.

Milyen a hőmérsékletük? Vörös színük után és a spektrumban levő elnyelődések alapján - melyeket titán-oxid, cirkónium-oxid és más, ezoterikus anyagok okoznak - azt mondhatjuk, hidegek. A vizuális tartományra vonatkozó mérések 2-3000 K-t adnak, az infravörös mérések 3-4000 K-t. Felettébb rejtélyes, hogy a legtöbb ilyen típusú csillag hőmérséklete a teljes hullámtartományban nézve azonos. Mi okozhatja ezt egy nagyon vastag atmoszférájú mira esetében? Az atmoszféra "teteje" hi-

deg, az "alja" forró. Infravörösben a mélyebb, melegebb rétegeket látjuk, vizuálisan a magasabb és hidegebb színeket. Valószínű, hogy az a réteg, amit mi a mira felszínének nevezünk 3200 K-es.

A luminozítás és a hőmérséklet mellett a csillag mérete is fontos. A legközvetlenebb eljárással, a szögméret és a távolság ismeretében egyszerű trigonometrikus úton könnyen megkapható az átmérő. De ha vastag atmoszférájú csillag szögméretét észleljük, nem tudjuk pontosan mit mérünk: a csillag külső részét, esetleg egy mélyebben fekvő réteget? A mérések 600-1200-szoros napátmérőket adnak. Ezek a méretek a legtöbb csillagász számára kényelmetlenül nagy csillagokat mutatnak! A luminozítás és a hőmérséklet kombinálásával, valamint a sugárzási törvények felhasználásával indirekt úton is eljuthatunk az átmérőhöz. Így 300-600 R_{\odot} -t kapunk. (A marspálya sugara a Nap sugarának 350-szerese.) Érdekes összhang mutatkozik a csillagsugár és a periódus között: 150 nap periódushoz 150-szeres napátmérő, 450 nap periódushoz 450-szeres napátmérő járul! De nem minden csillagász nézete egyezik meg ezzel a konklúzióval.

A következő, amit tudni szeretnénk, a tömeg. Mennyi anyag van egy csillagban? Egyedül Newton gravitációs törvényének kettőscsillagokra alkalmazásával nyerhetünk megbízható információkat. A keringési periódusból és a pálya méretéből számíthatjuk ki a tömeget. Két mirára végezték el ezt, az X Ophiucira és magára a Mirára. A Mira becsült keringési ideje 260 év, az X Oph-é kb 550. Nyilvánvalóan a teljes pálya ismerete nélkül kockázatos ez a számítás. Mindazonáltal a megfelelő megszorításokkal 0,8 és kb. 3,0 naptömeg közötti értékeket kapunk. Ezek a számok meglehetősen jól egyeznek a csillagfejlődési számítások által előrejelzett értékekkel.

Most a mirák felszíni összetételéről szeretnénk beszélni. Legtöbbjük kb. kétharmad rész hidrogént, egyharmad rész héliumot tartalmaz, a nehezebb elemek csak néhány százalékot tesznek ki. Hideg csillagok spektruma alapján nagyon nehezen lehet meghatározni az anyagi összetételt. Olyan sok vonal látható a spektrumban, hogy lehetetlen nem összekeverni őket! Meg tudjuk magyarázni az elemek különböző vegyületekben való

megjelenését (pl. a titán-oxidét), de ahhoz már nem tudunk eleget a mira-atmoszférák kémiájáról, hogy pontosan ki tudjuk számolni ezeket az előfordulásokat. Úgy tűnik azonban, hogy a rövidperiódusú mirák hidrogéneken és héliumon kívül kevés nehezebb elemet tartalmaznak, míg a hosszabb periódusúak összetétele némiképp a Napéhoz hasonló.

Végül a mirák koráról szólok néhány szót. Abból a körülményből, hogy óriáscsillagok, tudjuk életük végén kell járniuk. Nukleáris anyag-ellátásuk kimerült. Az ismert mira-tömegekre alapozott csillagfejlődési számítások ($0,8-3,0 M_{\odot}$) a rövid periódusokra 10 milliárd éves kort eredményeznek, a hosszabb periódusú, nagyobb tömegű miráknál pedig 3 milliárd évet. Hasonlítsuk össze ezeket az adatokat Napunk 4,6 milliárd éves korával!

Amint e beszélgetés során elmondtam, kitűnt, hogy meglehetősen korlátozott ismereteink vannak a mirákról. Ez a helyzet javulni fog, ha több észlelést használunk fel, a megfigyelések magyarázatára pedig újabb elméleteket dolgozunk ki. Önök, amatőr változócsillag-észlelők sokat segíthetnek ebben a törekvésben!

Mivel a mirák változócsillagok, fontos tudni a ciklusnak azon pontját, melynél az adatokat nyertük; így megfelelően kapcsolhatók más észlelésekhez is. Sok megfigyelésre van még szükség a fénygörbe különösen lényegesen szakaszairól. A mirák folyamatos észlelésével, az amatőr csillagászok segítik hivatásos kollégáikat abban, hogy kijelöljék azokat az időpontokat, mikor nagy távcsövekkel és berendezéseikkel a leghatásosabban dolgozhatnak.

Nemcsak megbecsüljük a segítséget, hanem bizunk is benne!

(Thomas G. Barnes - Lee Anne Willson: Recent Work on Mira Variables - The Journal of the AAVSO, Vol.9, No.1.)

fordította: mzs