

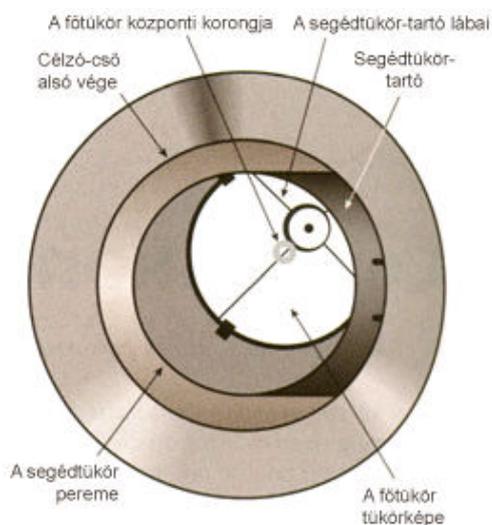
Nils Olof Carlin: Newton-távcső jusztírozása Barlow-lencsés lézerkollimátorral

Az utóbbi években a Newton-távcsővel rendelkezők számára a lézerkollimátor egzotikus újdonságból immár az okulártartó egy újabb hétköznapi elemévé vált. Nagyrészt kiszorította a jó öreg Cheshire-okulárt, mint a jusztírozó eszközök egy választási lehetőségét. Első pillanatra a lézer korszerű megoldásnak tűnik a reflektor optikáinak precíz beállításához azzal a plusz előnnyel, hogy kényelmes az éjszakai használata. Egy standard lézerkollimátorral történő beállítás azonban nem annyira egyszerű, vagy biztos, mint ahogy elsőre tűnik. Valóban, még a gyártó utasításainak legpontosabb betartásával sem biztos, hogy a fényerős Newton-távcsövek (az 5, vagy annál kisebb f /arányúak) tulajdonosai kielégítő pontosságú beállítást érnek el, nem is beszélve az olyan jó beállításról, mint ami egy Cheshire-okulárral elérhető. Vajon növelhető-e azonban a lézerkollimátor pontossága? Teljes mértékben! Az eljárás megvalósítása lebilincselően egyszerű.

A beállítás alapjai

Egy Newton-távcső optikai elemeinek beállítása lényegében három lépésből áll, amelyek közül a legtöbb távcső esetében csak az utolsót szükséges rutinszerűen megismételni. Ezt az eljárást részletesen [a beállításról szóló előző cikkem](#) ismertette (S&T: 2002. évi júniusi szám, 111. oldal), itt csak összefoglalom. Gondosan végrehajtva ezek a lépések tökéletesen beállított távcsövet eredményeznek.

A beállítási módszertől függetlenül meg kell jelölnünk a főtükör középpontját. Standard lézerkollimátor használata esetén egy fánk alakú papír alátét kielégítő megoldás, de az itt leírt eljáráshoz egy lyuk nélküli egyszerű korong is megfelel.



Egy standard lézerkollimátor alkalmazása eredményezhet nem kielégítő optikai beállítást is. Ha azonban egy szokásos Barlow-lencsével együtt használjuk, akkor nagyjából olyan beállítási pontosságot tesz lehetővé, mint egy jó Cheshire-okulár. Minden fényképet Craig Michael Utter (Sky & Telescope) készített.

Az első lépés az, hogy a segédtükört a fókuszírozóhoz központosítsuk. Ezt az okulár-kihuzatba illesztett célzó-csővel történő központosítással érhetjük el. Forgassuk addig a segédtükör tartóját, amíg a főtükör középponti korongja nagyjából a segédtükör középpontjába nem kerül. Ezután a segédtükört mozgassuk előre-hátra a távcső tubusában, valamint „oldalirányban” (az előre-hátra mozgásra merőlegesen) a tartólábak állításával, a segédtükör tartójának hátsó kis állítócsavarjait most hagyjuk békén. Ez a lépés automatikusan biztosítja azt is, hogy a segédtükör a megfelelő mértékben eltolásra kerül.

A beállítás első lépése kész – a segédtükör mechanikailag a fókuszírozó kihuzatához képest központosítva van. Ennél a lépésnél hagyjunk figyelmen kívül minden tükröződést.

a főtükör középpontja egybeesik. Egy standard lézerkollimátor ideális eszköz e feladathoz – beleillesztjük a fókuszírozóba, bekapcsoljuk, majd a segédtükör tartójának kis csavarjait addig állítgatjuk, amíg a lézersugár a főtükör középpontjába nem vetül.

Vitathatatlanul a beállítási eljárás legfontosabb része a 3. lépés – az egyetlen lépés, amit normális esetben rendszeresen ismételnünk kell. Ekkor a főtükör tartójának jusztirozó csavarjait állítjuk annak érdekében, hogy az optikai tengely a fókuszírozó középpontjába essen. Az előző cikkemben ennek megvalósításához a Cheshire-okulárt javasoltam. Miután ezt a lépést befejeztük, a főtükör „optimális területe” az okulárban középpontos lesz. Ez miért fontos? Mivel az „optimális terület”, különösen a fényerős távcsövekben, nagyon kis méretű. Például egy $f/4.5$ fókusz-arányú főtükör csak 2 mm átmérőjű diffrakció-határolt területtel rendelkezik! E kis területen kívül a távcső tükrének teljesítménye kezd csökkenni, ezért kritikus, hogy ez a jó zóna az okulár középpontjába kerüljön – ami a beállítás célja.

A lézeres félrejusztírozó

A 3. lépés lézerral történő végrehajtásakor a főtükör tartójának jusztirozó csavarjait állítgatjuk úgy, hogy a fényugár saját nyomvonalán térjen vissza a forrásáig, ahol valamiféle célponton, előlapon láthatjuk a helyzetét. Ha a visszatérő nyaláb 1 mm-re kerül a középponttól, az azt jelenti, hogy az optikai tengely ennek felével tér el, vagyis 0.5 mm-rel – ami közel tökéletes beállítást jelent. Mi tehát a probléma? Ez a pontosság csak akkor lehetséges, ha a 2. lépésben a fényugár *pontosan* a főtükör középpontját találja el. Tegyük fel, hogy csupán 2 mm-rel téveszti el – ami olyan szintű pontosság, amit nehéz megbecsülni a távcső tubusának elejétől nézve. A 2. lépésben ez az önmagában jelentéktelen hiba sokkal kisebb annál, minthogy befolyásolná a távcső teljesítményét, de súlyos következményei lehetnek a 3. lépésben.

Annak illusztrálására, hogy hogyan, tegyük fel, a főtükör már tökéletesen az okulárhoz van állítva – a távcső valójában tökéletesen jusztirozott. Mivel azonban a lézer a főtükör középpontját a 2. lépésben 2 mm-rel eltévesztette, a fényugár párhuzamosan tér vissza a tükör optikai tengelyével, s a lézerkollimátor üveglemezét a középponttól 2 mm-re találja el. Ha ezután beállítjuk a főtükört úgy, hogy a visszatérő fényugár a középpontba érkezzon, akkor a főtükör „optimális területét” az okulár látómezejének középpontjától 1 mm-re eltoljuk kifelé anélkül, hogy ennek tudatában lennénk – ami elegendően nagy ahhoz, hogy a nagy nagyítású látvány minőségét befolyásolja. Ez a lézerkollimátor valódi Achilles-sarka, és valószínűleg megmagyarázza, hogy sok felhasználó miért nem kapja azt az eredményt, amit elvár a távcsövétől.

Ha a 2. lépésben képesek lennénk tökéletes pontosságot elérni, még akkor is lennének problémák. Az élet tényeihez tartozik, hogy egy távcső mechanikai elemei hajlamosak meggörbülni és bizonyos mértékig lötyögni. Próbáljuk ki: Legközelebb, amikor a 2. lépésben a lézerkollimátorunkat használjuk, tekerjük fókuszírozónkat először befelé, majd kifelé. A fényugár még mindig a főtükör középpontját találja el? Próbáljuk meg kicsit jobban megfeszíteni a kollimátort a fókuszírozóba rögzítő csavart. A fényugár el kezd vándorolni? Ha a fókuszírozónk olyan, mint a legtöbbünké, akkor valószínűleg igen. Ezzel ellentétben a Cheshire-okulár meglehetősen érzéketlen a 2. lépés kis hibáira – csak a főtükör beállítási hibáját mutatja. Emiatt tipikusan sokkal pontosabb eredményt szolgáltat.

A 2. lépésben a segédtükör dőlését állítjuk be, biztosítva azt, hogy a fókuszírozó középpontja és



A beállítás 2. lépése a segédtükör dőlésének állítása addig, amíg a lézersugár a főtükör középpontjába nem vetül. Ez biztosítja, hogy a fókuszírozó tükrözött tengelye a főtükör középpontjába mutat.

A lézerekollimátor valóban működőképessé tétele

Mi lenne, ha kombinálhatnánk a lézerekollimátor könnyű és kényelmes használatát a Cheshire-okulár pontosságával? Megtehető, és még csak nem is túlságosan nehéz.

A fent leírt problémák megkerüléséhez a szokásos keskeny nyalábú lézersugár helyett egy olyan pontszerű fényforrásra van szükség, ami széttartó fénysugarat bocsát ki. Ha ez a széttartó sugárnyaláb tükröződik a főtükör felületén, akkor a központi korong élesen kirajzolódó sziluettje tér vissza a fényforráshoz. Ha pedig ez a korong-árnyék központosítva van a fényforrással, akkor a főtükör a lehető legpontosabban jusztirozott.

Hogyan lehet előállítani a szükséges széttartó fénysugarat? Egy megfelelő fókusztávolságú szórólencse a lézersugarat széttartóvá változtatja, mintha a lencse fókuszpontjában lévő virtuális pontforrásból indulna ki. Az ideális lencse természetesen az, amelyik olyan burkolatba került, ami a fókuszirozóba helyezhető, és a lézerekollimátort is tartalmazza. Igen valószínű, hogy már van ilyen eszközünk a műszeres dobozunkban: egy Barlow-lencse!



Balra: A Barlow-lencsés lézer három fő részből áll: egy hagyományos lézerekollimátorból, egy Barlow-lencséből, és egy bolygómegfigyeléshez használt színszűrőbe (ebben az esetben vörösbe) szerelt, kartonpapír-korongból készült felfogó ernyőből.

Jobbra: A kilyukasztott ernyővel ellátott Barlow-lencsébe illesztve a lézerekollimátor egy olyan eszközhöz jutunk, amely annyira pontos beállítást tesz lehetővé, mint egy Cheshire-okulár, de a lézer kényelmével.

Az egyetlen módosítás, amire szükségünk van, egy olyan előlap elkészítése, amely láthatóvá teszi a visszatérő fényt és a főtükör központi korongjának árnyékát. Mint azt az előző fényképek is illusztrálják, ez megvalósítható egy fehér kartonpapírból vagy műanyagból kivágott korong segítségével, amelynek középpontjában egy megfelelő nagyságú lyuk található a kilépő lézersugár átengedéséhez. Először körzővel rajzoljunk egy ugyanakkora átmérőjű kört, mint a Barlow-lencse csövének belső átmérője. Ezután óvatosan vágjuk ki a kört késsel vagy ollóval. Végül lyukasszuk ki a korong közepét egy szokványos lyukasztóval, gondosan ügyelve arra, hogy a lyukasztó középpontja a körzötől származó kicsi lyukkal egybeessen. Az átlyukasztott korong vagy közvetlenül a Barlow-lencsére, vagy mint az itt látható, egy becsavarható színszűrőre illeszthető (a lézersugár színének megfelelő szűrőt válasszunk, vagy távolítsuk el az üveget). Az utóbbi megoldással a beállító előlap könnyűszerrel eltávolítható. Alternatív megoldásként, ha van egy régi, gyenge minőségű Barlow-lencsénk a kacatos fiókunkban, a felfogó ernyőt véglegesen rögzíthetjük benne, s van egy beállításra fenntartott eszközünk.

A Barlow-lencsés lézer használata

A Barlow-lencsés lézerkollimátor segítségével történő beállítás csak a 3. lépésben tér el a korábban leírt normál beállítási eljárástól. Az 1. lépést a szokásos módon célzó-cső segítségével végezzük, a 2. lépést pedig lézerrel a hagyományos módon. Ha végeztünk, a Barlow-lencsét a fókuszírozóba helyezzük, majd a lézerkollimátort a Barlow-lencsébe, ismét bekapcsoljuk a lézert, és megkeressük a központi korong árnyékát a Barlow-lencse előlapján. (Abban a kevésbé valószínű esetben, ha a főtükör annyira el van állítódva, hogy egyáltalán nem látjuk az árnyékot, akkor először durván be kell állítanunk pusztán a lézer, vagy a Cheshire-okulár segítségével.) Használjuk a főtükör jusztirozó csavarjait az árnyék központosításához, ahogy a képen látható. Miután ezt befejeztük, távcsövünket beállítottuk.



Ez a fénykép-sorozat a Barlow-lencsés lézerkollimátorral történő végső beállítást mutatja, ami egyszerűen a főtükör központi korong-árnyékának a Barlow-lencsés lézer kilépőlyukjához történő központosítását jelenti a főtükör dőlésszögének állítgatásával.

Nem biztos, hogy nyilvánvaló, de a Barlow-lencsés lézer *teljesen* más módon működik, mint a standard lézer. Könnyű bemutatni a különbséget. Próbáljuk ki a korábban említett tesztek – gyengéden mozgassuk meg a kihuzatot, tekerjük befelé, majd kifelé, vagy szorítsuk meg a Barlow-lencsés lézerkollimátort rögzítő csavart. Míg a hagyományos lézerkollimátor fénysugara táncolni kezd, addig a főtükör központi korongjának árnyéka sziklaszilárdan egyhelyben marad. Ez azt jelenti, hogy a Barlow-lencsés lézer, hasonlóan a Cheshire-okulárhoz, csak a főtükör beállítását érzékeli a fókuszírozó lötyögéséből származó hiba nélkül.

Gyakorlati megfontolások

A kollimátor-lézerek fényeloszlása nem egyenletes, így a folt nem biztos, hogy kör alakú, vagy egyenletesen megvilágított lesz. Ez azonban mindaddig nem számít, amíg a főtükör korongjának árnyékát tisztán látjuk. Mivel a fényforrás közel van a fókuszponthoz, ez az árnyék ugyanakkora méretű lesz, mint maga a korong.

A fénysugár széttartó nyalábjának elég szélesnek kell lennie ahhoz, hogy a főtükör központi korongját teljes egészében átfogja, de nem kell pontosan koncentrikusnak lennie vele. Ami lényeges, az az, hogy mind a lézer, mind pedig a Barlow-lencse jó közelítéssel a fókuszírozó tengelyében legyen. Valószínűleg ott vannak, de ezt könnyű is ellenőrizni. Forgassuk a Barlow-lencsés lézerkollimátort a fókuszírozóban – a főtükörrre eső fényfolt mozoghat ugyan egy kicsit, de a visszavetített árnyéknak lényegében egyhelyben kell maradnia.

Ehhez a módszerhez szükség van arra, hogy láthassuk a fókuszírozóban lévő Barlow-lencse alsó felfogó ernyőjét. Ha a Barlow-lencse burkolata túl rövid, vagy a fókuszírozó túl magas, használjunk egy kis kézben tartható tükröt a megtekintéséhez. Hosszú tubussal rendelkező távcsövek esetén egy gondosan megválasztott helyzetű tükrő szintén a segítségünkre lehet a főtükör jusztirozásában – az állítgatás hatását azonnal láthatjuk benne.