Základní charakteristika

Objektiv fotografického přístroje má mezi optickými přístroji zvláštní postavení. Požadavek poměrně velkého vstupního otvoru při značném zorném úhlu klade vysoké nároky na korekci optických vad. Tyto nároky jsou splnitelné jen při větším počtu lámavých ploch. Současně s tím vystupuje požadavek na snížení ztrát odrazem a vlivu rozptýleného světla antireflexními vrstvami. Fotografické objektivy tak i vzhledem k dalším požadavkům (plynulá změna ohniskové vzdálenosti, ...) představují většinou špičkovou oblast optiky.

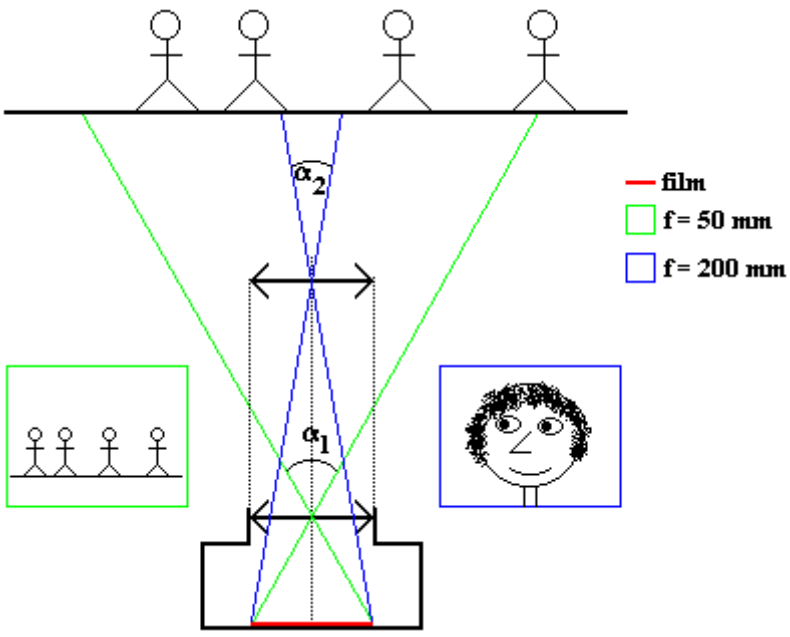
Podle stupně korekce optických vad je možné objektivy dělit na:

1. achromáty - odstraněna barevná vada pro dvě vlnové délky světla
2. apochromáty - odstraněním sekundární barevné vady je dosaženo shody pro tři vlnové délky
3. aplanáty - korigována otvorová vada a koma
4. anastigmaty - korigována otvorová vada, koma, astigmatismus a zklenutí pole

Značné snížení vad u moderních objektivů má za následek, že je možné dosáhnout velmi dobrého zobrazení po celém zorném poli. To dovoluje počítat zvětšení, vzdálenosti obrazu, předmětu i zorného úhlu ze vztahů pro ideální zobrazení. Skutečnost, že obraz je vždy reálný, a jednoznačnost rozdělení prostoru na předmětový a obrazový vedou k tomu, že v praktické fotografii se velmi často nedodržuje znaménková konvence a počítá se s absolutními hodnotami veličin.

Objektiv fotografického přístroje je spojná optická soustava, kterou charakterizují dvě veličiny:

1. ohnisková vzdálenost - udává se v milimetrech a lze ji nalézt na obrubě objektivu. Její hodnota rozhoduje o úhlu, který svírají krajní paprsky vycházející z fotografovaného předmětu a dopadající do objektivu. Tyto paprsky procházejí středem objektivu a svírají navzájem tzv. úhel záběru α_1 nebo α_2 (viz obr. 183). Současně vymezují šířku obrazu na citlivé vrstvě filmu.
2. světelnost - rozhoduje o toku světla, které prochází objektivem na citlivou vrstvu filmu. Čím větší světelnost objektivu, tím více světla dopadá na film. Světelnost objektivu souvisí s průměrem vstupního otvoru objektivu: čím je při dané ohniskové vzdálenosti *f* tento průměr větší, tím větší je světelnost objektivu. Pro velké obrazové úhly ubývá světlo od středu do krajů formátu snímku. Proto se při použití zejména širokoúhlých objektivů odclání část světla ze středu pole, aby rozdíl nebyl tak velký.



Obr. 183

Objektiv, který vytváří obraz pod podobným úhlem, pod jakým vidí lidské oko, se nazývá **normální objektiv**. Nejvíce se používají fotografické přístroje na perforovaný film o šířce 35 mm (kinofilm) a obraz vytvořený objektivem má rozměr $24\,\mathrm{mm} \times 36\,\mathrm{mm}$. Tomu odpovídá normální objektiv o ohniskové vzdálenosti 50 mm s úhlem záběru 46°.

U objektivu se zmenšující se ohniskovou vzdáleností roste úhel záběru. Toho se využívá ve speciálních objektivech:

1. širokoúhlý objektiv - ohnisková vzdálenost je menší než u normálního objektivu (35 mm).

Používá se při fotografování větších celků, architektury, při fotografování na malou vzdálenost, ...

2. teleobjektiv - objektiv s delší ohniskovou vzdáleností než je ohnisková vzdálenost normálního objektivu (200 mm).

Používá se ke snímání detailů na větší vzdálenosti.

3. transfokátory (zoom) - objektivy s měnitelnou ohniskovou vzdáleností.

Např. transfokátor s označením $80\,\mathrm{mm}/200\,\mathrm{mm}$ umožňuje měnit plynule ohniskovou vzdálenost od 80 mm do 200 mm a tím i úhel záběru od celkového pohledu po detail. Užití: videokamery, ...

Světelnost objektivu lze určit kvalitativně pomocí **clonového čísla** *k*, které je definováno jako podíl ohniskové vzdálenosti *f* a průměru *d* vstupního otvoru (vstupní pupily), tj. $k = \frac{f}{d}$.

Je nutné si uvědomit, že větší clonové číslo znamená menší otvor, kterým světlo do objektivu dopadá. Fakt, že hodnota clonového čísla závisí na průměru vstupního otvoru je zřejmá: menší průměr vstupního otvoru znamená, že do objektivu dopadne méně světla, a proto je hodnota clonového čísla větší.

Současně je nutné si uvědomit, že hodnota clonového čísla závisí i na ohniskové vzdálenosti. V souladu s obr. 182 je zřejmé, že větší ohnisková vzdálenost objektivu znamená, že objektiv je více „zazoomován“, tj. snímá větší detaily obrazu. A proto objektiv „sbírá“ světlo z menší plochy (např. jen z plochy obličeje člověka a ne z plochy odpovídající celé skupině lidí); do objektivu (za jinak stejných podmínek - tj. při stejném průměru vstupního otvoru) tak dopadne méně světla. Proto je tedy clonové číslo větší.

U fotografických přístrojů je průměr vstupní pupily měnitelný pomocí clony, která je obvykle konstrukční částí objektivu. Nejčastěji se používají tzv. **irisové clony**, které jsou tvořeny soustavou segmentů, které se navzájem částečně překrývají, a lze jimi omezit velikost vstupního otvoru objektivu. U moderních fotografických přístrojů a videokamer se hodnota clonového čísla mění automaticky podle osvětlení snímaného objektu. Čím větší je clonové číslo (při dané ohniskové vzdálenosti), tím menší je průměr vstupního otvoru objektivu a tím méně světla objektivem prochází.

Aby pro každý následující stupeň clony klesala světelnost objektivu na polovinu, tvoří clonová čísla geometrickou posloupnost s kvocientem $\sqrt{2}$. Mezinárodní řada clonových čísel je: 0,7; 1; 1,4; 2; 2,8; 4; 5,6; ...

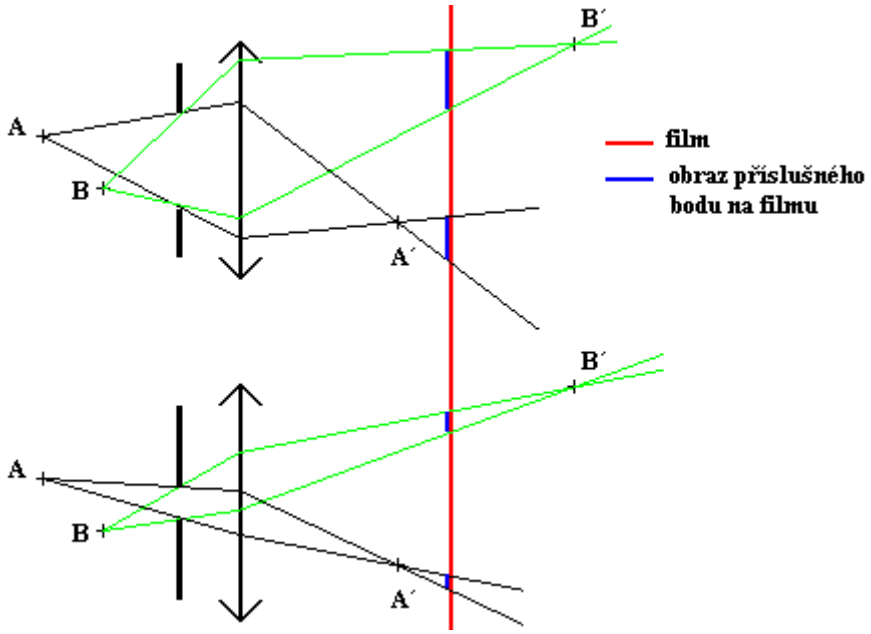
Světelnost objektivu souvisí s plochou vstupní pupily, tj. s druhou mocninou lineárního rozměru. Má-li světelnost s každým stupněm clony klesnout na polovinu, musejí být stupně clonového čísla vyjádřeny pomocí koeficientu $\sqrt{2}$.

Clonové číslo také ovlivňuje **hloubku ostrosti zobrazení**, tj. schopnost objektivu zobrazit ostře předměty v různých vzdálenostech od objektivu. Neostrost je způsobena tím, že vzdálenost filmu od objektivu je konstantní a paprsky vycházející z bodů v různých vzdálenostech od objektivu se protínají před rovinou filmu a za ní (viz obr. 184). Na filmu pak místo bodů vznikají plošky, které jsou tím větší, čím větší je průměr vstupní plochy objektivu, a tedy čím menší je clonové číslo.

Fotografie s velkou hloubkou ostrosti se pozná tak, že jsou na ní ostře zobrazeny jak předměty velmi blízko objektivu, tak předměty ve velké vzdálenosti od objektivu.

Hloubka pole (ostrosti) fotografického objektivu je určena dovolenou neostrostí při pozorování výsledného obrazu; je tedy určena rozlišovací schopností lidského oka. Pozorování by přitom mělo probíhat při nezkreslené perspektivě, tj. při *m*-násobném zvětšení ze vzdálenosti rovné *m*-násobku ohniskové vzdálenosti snímacího objektivu. Vzhledem k tomu, že většinou pozorujeme obraz ze vzdálenosti ovlivněné velikostí jeho formátu, jeví se nám snímky zhotovené širokoúhlým objektivem nebo teleobjektivem ve zkreslené perspektivě.

Skutečnost, že hloubku ostrosti lze zvětšit zvětšením clony známe z praxe. Zejména lidé, kteří vidí špatně na dálku a zapomenou si brýle. Chtějí-li nějaký nápis (např. číslo přijíždějící tramvaje, ...) přesto přečíst, podvědomě mhouří oči - zvětšují clonu oka. Pozorovaný předmět se tak částečně zaostří - viz obr. 184.



Obr. 184

Vzhledem k používání objektivů o různé ohniskové vzdálenosti pro tentýž formát, je hodnota **dovolené neostrosti** d'_0 vztažena k úhlopříčce formátu *u*: $d'_0 = \frac{u}{1500}$. U příliš malých nebo příliš velkých formátů se bere hodnota poněkud odchýlená od této měrné hodnoty, protože je třeba brát ohled jednak na rozlišovací schopnost filmu a jednak na omezení pozorovací vzdálenosti. U kinofilmu se počítá s $d'_0 = 0{,}033\ \mathrm{mm}$.

Hloubka pole (ostrosti) se ve fotografické technice vyjadřuje pomocí hyperfokální vzdálenosti. Ta je pro clonové číslo *k* a ohniskovou vzdálenost f' rovna $G = \frac{f'^2}{d'_0 k}$.

U krátkoohniskových objektivů je možné se u filmových kamer a jednodušších fotoaparátů setkat s jejich pevným nastavením na hyperfokální vzdálenost (tzv. „fix focus“). Vzhledem k tomu, že v tomto případě je zobrazení ostré od vzdálenosti $\frac{G}{2}$ až do nekonečna, není nutné v těchto případech pro běžné snímací vzdálenosti větší než jeden metr objektiv přeostřovat.

Při malém clonovém čísle je malá i hloubka ostrosti objektivu a ostře jsou zobrazeny jen předměty ve vzdálenostech, které hloubce ostrosti odpovídají. Nastavení clonového čísla tedy představuje kompromis mezi požadavkem na ostré zobrazení a potřebné osvětlení citlivé vrstvy filmu (citlivého prvku videokamery, ...) Hloubka ostrosti je ovlivněna také ohniskovou vzdáleností.

© Encyklopedie Fyziky (http://fyzika.jreichl.com); Jaroslav Reichl, Martin Všetička
Licence http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/ zakazuje úpravy a komerční distribuci.