

中國書畫藝術史

測
量
法
義

利瑪竇口授
徐光啓筆受

中
華
書
局

測量法義

叢書集成初編所選指
海暨海山仙館叢書皆
收有此書指海在先故
據以排印

四庫全書提要

測量法義一卷。測量異同一卷。勾股義一卷。明徐光啓撰。首卷演利瑪竇所譯。以明勾股測量之義。首造器器。卽周髀所謂矩也。次論景。景有倒正。卽周髀所謂仰矩覆矩臥矩也。次設問十五題。以明測量高深廣遠之法。卽周髀所謂知高知遠知深也。次卷取古法九章勾股測量。與新法相較。證其異同。所以明古之測量法雖具。而義則隱也。然測量僅勾股之一端。故於三卷則專言勾股之義焉。序引周髀者。所以明立法之所自來。而西術之本於此者。亦隱然可見。其言李冶廣勾股法爲測圓海鏡。已不知作者之意。又謂欲說其義而未遑。則是未解立天元一法。而謬爲是飾說也。古立天元一法。卽西借根方法。是時西人之來。亦有年矣。而於治之書。猶不得其解。可以斷借根方法。必出於其後矣。三卷之次第大略如此。而其意則皆以明幾何原本之用。蓋古法鮮有言其義者。卽有之。皆隨題講解。歐邏巴之學。其先有歐几里得者。按三角方圓。推明各類之理。作書十三卷。名曰幾何原本。本氏續爲二卷。共十五卷。自是之後。凡學算者必先熟習其書。如釋某法之義。遇有與幾何原本相同者。第註曰見幾何原本某卷某節。不復更舉其言。惟幾何原本所不能及者。始解之。此西學之條約也。光啓旣與利瑪竇譯得幾何原本前六卷。並欲用是書者。依其條約。故作此以設例焉。其測量法義序云。法而系之義也。自歲丁未始也。曷待乎。於時幾何原本之六卷始卒業矣。至是而傳其義也。可以知其著書之意矣。

題測量法義

西秦子之譯測量諸法也。十年矣。法而系之義也。自歲丁未始也。曷待乎。于時幾何原本之六卷始卒業矣。至是而後能傳其義也。是法也。與周髀九章之句股測量異乎。不異也。不異何貴焉。亦貴其義也。劉徽沈存中之流。皆嘗言測量矣。能說一表。不能說重表也。言大小句股能相求者。以小股大句小句大股兩容積等。不言何以必等能相求也。猶之乎丁未以前之西秦子也。曷故乎。無以爲之藉也。無以爲之藉。豈惟諸君子不能言之。卽隸首商高亦不得而言之也。周髀不言藉乎。非藉也。藉之中又有藉焉。不盡說幾何原本不止也。原本之能爲用。如是乎。未盡也。是驥之于河。而蠱之于海也。曷取是焉。先之。數易見也。小數易解也。廣其術而以之治水治田之爲利鉅。爲務急也。故先之。嗣而有述者焉。作者焉。用之乎。百千萬端。夫猶是飲于河而勺于海也。未盡也。是原本之爲義也。吳淞徐光啓撰。

測量法義

最目

先造器

次論景

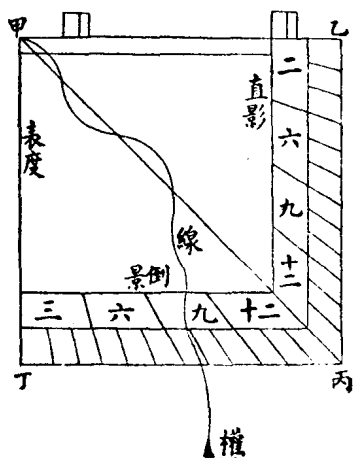
本題十五首

附三數算法

造器

測量者以測望知山岳樓臺之高井谷之深土田道里之遠近也其法先造一測望之器名曰矩度造矩度法用堅木版或銅版作甲乙丙丁直角方形以甲角爲矩極作甲丙對角線次依乙丙丙丁兩邊各作相近兩平行線次以乙丙丙丁兩邊各任若干平分之從甲向各分各作虛直線而兩邊之各外兩平行線間則作實線

測量法義



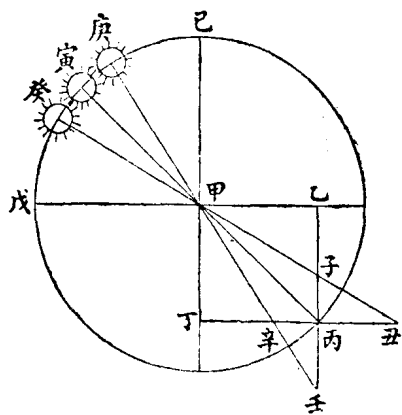
泰西利瑪竇口授
明徐光啓筆受

論景

如上圖，卽外兩線間爲宗矩極之十二平分度也。其各內兩平行線間，則于三六九度，亦作實線，以便別識。若以十二度更細分之，或每度分三、分五、分六、分十二，視矩大小作分，分愈細，卽法愈詳密矣。次于甲乙邊上作兩耳相等，耳各有通光竅，通光者，或取日光相射，或取目光透照也。或植兩小表代耳，亦可。其耳竅表末，須與甲乙平行，末從甲點置一線，線末垂一權，其線稍長于甲丙對角線，用時任其垂下，審定度分。既設表度十二，下方悉依此論。若有成器欲驗，已如式否，亦同上法。其用法，如下方諸題。

法中俱用直景倒景布算，故先正解二景之義，次解其轉合于矩度，以資後論。

直景者，直立之表及山岳樓臺樹木諸景之在平地者也。若干向日牆上，橫立一表，表景在牆，則爲倒景。如上圖，作甲乙丙丁直角方形，于乙丙、丁丙，各從丙任引長之，令丁丙爲地平面，或爲地平平行面，其乙丙亦向日作面，與地平面爲直角，卽甲丁爲丁丙平面上直立之表，而甲乙爲乙丙平面上橫立之表也。次以甲爲心，丙爲界，作戊己丙圓，次引甲乙、甲丁線，各至圓界，夫地球比日天，既止一點，



地儀解。即甲點爲地心。丁丙面在地心之下。而戊己丙圓爲隨地平上日輪之天頂圓矣。即戊乙亦可當地平線。而已丁線爲正過頂圓矣。則丁丙面離地平線者。甲丁表之度。而乙丙面離過頂圓線者。甲乙表之度也。故日輪在庚。其光必過地心甲。截丁丙面于辛。而遇乙丙之引長面于壬。則甲丁表在丁丙面上之丁辛景。爲直景。而甲乙表在乙丙面上之乙壬景。爲倒景。若日輪在癸。則丁丑爲直景。而乙子爲倒景。若日輪在寅。則丁丙爲直景。而乙丙爲倒景。是甲乙丙丁直角方形之內。隨日所至。其直景恆在丁丙邊。倒景恆在乙丙邊也。

凡測量于二景得一。即可推算。但須備曉二景之理。何者有直景過丁丙邊之外。有倒景過乙丙邊之外。如上圖者。則直景過丁丙邊。如丁丑。當用倒景代之。倒景過乙丙邊。如乙壬。當用直景代之也。若日光至丙。即直倒景等。可任意用之。因兩景各與本表等。故欲知目前日景所至。在丙耶。在丁丙乙丙之內耶。又有一法。如日輪離地平四十五度。即景當在丙。日在四十五度以上。即景在丁丙之內。日在四十五度以下。即景在乙丙之內。

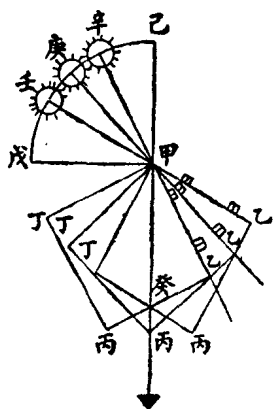
論曰。戊甲己已甲乙乙甲丁丁甲戊。既四皆直角。即等。而對直角之各圓界亦等。三卷是每分爲四分圓之一也。而戊己亦四分圓之一也。又甲丙對角線。分乙甲丁角爲兩平分。一卷三即丁甲丙丙甲乙兩角等。戊甲寅寅甲己兩交角亦等。一卷而戊寅寅己兩圓界亦等。夫戊己圓界既九十度。即戊寅必四十五度。則日在寅。景必在丙。日在寅之下。倒景必在乙丙之內。日在寅之上。直景必在丁丙之內。云凡

某卷某題者皆引幾何原本爲證下同

今從上論解二景之轉合于矩度者如日輪高四十五度而其光過甲乙即矩度上權線在丙日在四十五度以上即權線在乙丙邊之內日在四十五度以下即權線在丁丙邊之內故矩度上之乙丙邊爲直景而丁丙爲倒景

論曰前圖之甲戊已分圓形既四分之一試兩平分之于庚即日在庚爲四十五度在辛爲四十五度以上在壬爲四十

五度以下設于辛庚壬各出日光下射爲辛甲乙庚甲乙壬甲乙三景線同過甲心而以矩度承之其甲爲地心而甲乙邊與日景相直次以己甲線引長之至地心下爲丙而甲丙爲矩度之權線夫戊庚庚己圓界既等即戊甲庚庚甲己兩角亦等^{三卷}戊甲己既直角即戊甲庚庚甲己皆半直角^{十一卷}而矩度上之乙甲丙角在庚甲乙景線及甲丙權線內者亦半直角凡直角方形之對角線必分兩直角爲兩平分即甲丙爲依庚甲乙景線之甲乙丙丁直角方形之對角線^{十四卷}則日在庚爲四十五度權線必在丙又己甲辛角小于己甲庚半直角即辛甲乙景線及甲丙權線內之乙甲癸交角亦小于半直角^{十五卷}凡直角方形之對角線必分兩直角爲兩平分^{十四卷}則于依辛甲乙景線之甲乙丙丁直角方形上若作一甲丙對角線其權線必不至丙必在乙丙之內而分乙丙邊于癸是日在四十五



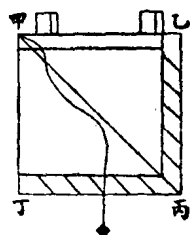
度之上。其權線必在乙丙邊之內也。又己甲壬角。大于己甲庚半直角。即壬甲乙景線及甲丙權線內之乙甲癸交角。亦大于半直角。^{十一卷}凡直角方形之對角線。必分兩直角爲兩平分。^{十四卷}則于依壬甲乙景線之甲乙丙丁直角方形上。若作一甲丙對角線。其權線必過丙。必在丁丙之內。而分丁丙邊于癸。是日在四十五度之下。其權線必在丁丙邊之內也。故矩度之內。其傍通光耳之分度邊。爲直景。而對通光耳之分度邊。爲倒景。

本題十五首

第一題。

日輪高四十五度。直景倒景。皆與表等。在四十五度以上。則直景小于表。而倒景大于表。在四十五度以下。則直景大于表。而倒景小于表。

依矩度。即可明此題之義。蓋上已論日輪在四十五度。權線必在丙。即顯乙丙直景。丁丙倒景。皆與甲乙丙丁兩表等。何者。直角方形之各邊俱等故也。若日在四十五度以上。權線必在乙丙分度邊上。而倒景當在丁丙之引出邊上。是直景小于倒景。而倒景大于甲丁表。若日在四十五度以下。權線必在丁丙分度邊上。而直景當在乙丙之引出邊上。是倒景小于直景。而直景大于甲乙表。



第二題

表、隨日所至，皆爲直景與倒景連比例之中率。

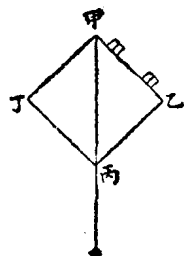
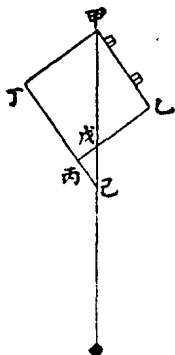
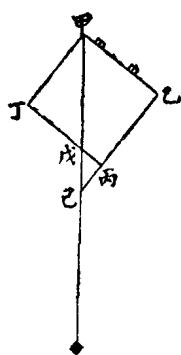
先設日輪在四十五度，而權線在丙。題言甲乙或甲丁表皆爲乙丙直景與丁丙倒景連比例之中率。論曰：甲乙丙丁直角方形之四邊既等，即乙丙直景與甲乙或甲丁表之比例，若表與丁丙倒景，何者？三線等，即爲兩相同之比例故。

次設日輪在四十五度以上，權線在乙丙直景邊內，分乙丙于戊，而倒景在丁丙之引出邊上，遇權線于己。題言甲乙或甲丁表爲乙戊直景與丁己倒景連比例之中率。

論曰：乙與丁兩直角等，而乙甲戊與己相對之兩內角亦等。卷一廿八，即甲乙戊、己丁甲爲等角形。卷四則乙戊直景與甲乙或甲

丁表之比例，若表與丁己倒景，是甲乙或甲丁表爲兩景之中率。卷八六之系。

後設日輪在四十五度以下，權線在丁丙倒景邊內，分丁丙于戊，而直景在乙丙之引出邊上，與權線遇于己。題言甲乙或甲



丁表爲丁戊倒景與乙己直景連比例之中率。

論曰丁與乙兩直角等而丁甲戊與乙甲戊丁與乙甲己各相對之兩內角各等廿八卷卽甲丁戊甲乙

己爲等角形四卷則丁戊倒景與甲乙或甲丁表之比例若表與乙己直景是甲乙或甲丁表爲兩景

之中率六卷八系

注曰直景表倒景三線既爲連比例卽直景倒景兩線短內直角形與表上直角方形等六卷故表

度十二則其幕爲一百四十四若以爲實以所設景數爲法除之卽得所求景數假如權線所至在

倒景之三度卽以三爲法除其實一百四十四得四十八度爲直景又如權線所至在所設景之五

度三分度之二卽所求景爲二十五度十七分度之七何者以五度三分度之二爲法除其實一百

四十四卽得二十五度十七分度之七是二景互變相代法畸分除法見後附

第三題

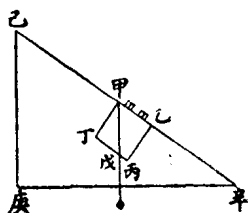
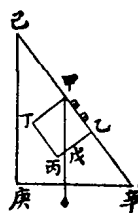
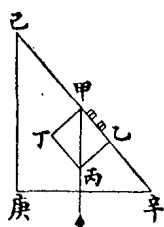
物之高立于地平以直角其景與物之比例若直景與表亦若表與倒景。

解曰物之高以直角立于地平如己庚其景在地平上爲庚辛題言直景與表之比例若庚辛與己庚

又言表與倒景之比例若庚辛與己庚凡言地平者皆依直線取平若不

先論權線在內者曰權線恆與物之高爲平行線何者兩線下至庚辛皆爲直角故廿八卷卽辛甲丙角

與己角等廿九卷而乙與庚兩直角又等則甲乙丙己庚辛爲等角形卅二卷是乙丙直景與甲乙表之比



例。若庚辛景與己庚高。四卷

二論曰。若權線在乙丙直景邊內。而分乙丙于戊。依前論。顯乙甲戊角與己角等。一卷乙角與庚角等。

則甲乙戊、己庚辛、爲等角形。二卷是乙戊直景與甲乙表之比例。若庚辛景與己庚高。四卷

三論。第一圖之倒景曰。權線在丙。其己角、丁丙甲角、各與乙甲丙角等。一卷卽自相等。丁角與庚角又

等。則甲丁丙與己庚辛亦等角形。二卷是甲丁表與丁丙倒景之比例。若庚辛景與己庚高。六卷

後論曰。若權線在丁丙倒景邊內。而分丁丙于戊。依前論。顯乙甲戊角與己角等。一卷卽丁戊甲角、與

己角亦等。二卷丁角與庚角又等。則丁戊甲、己庚辛、爲等角形。二卷是甲丁表與丁戊倒景之比例。若

庚辛景與己庚高。四卷

注曰：前既論一題本篇第一題，日輪在四十五度，直景倒景，皆與表等；在四十五度以上，直景小于表；在四十五度以下，表大于倒景，即顯日輪在四十五度。各物在地平之景，與其物之高等，在四十五度以上，即景小于物；在四十五度以下，即景大于物。如上三圖可見。

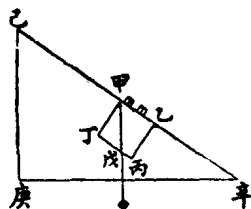
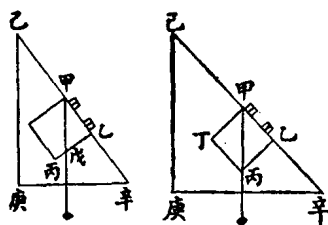
第四題

有物之景測物之高。

法曰：如前圖，以矩度向日，甲耳在前，取日光透耳兩竅，以權線與矩度平直相切，任其垂下，細審所值何度，何分。若在十二度之中，對角線上，則景與物必正相等。本篇三題注故量其景長，即得其物高。若權線在直景邊，即景小于物。本篇三題注則直景與表之比例，若

物之景與其高用三數法以直景上所值度分爲第一數以全表度十二爲第二數以物景之度爲第三數算之卽所得數爲其物高。三數算法見後附

注曰欲測己庚之高以矩度承日審權線如在直景乙戊得八度正庚辛景三十步卽以表度十二庚辛三十步相乘得三百六十爲實以乙戊八度爲法除之得四十五卽己庚之高四十五步



若權線在倒景邊。即景大于物。本篇三題注則表與倒景之比例。若物之景與其高。用三數法。以表為第一數。以倒景上所指度分為第二數。以物景之度為第三數。算之。即所得數。為其物高。

注曰。欲測己庚之高。以矩承日。審權線。如在倒景丁戊。得七度五分之一。庚辛景六十步。即以丁戊。即己庚之高三十六步。因權值有畸分五分之一。故以分母五通七度。通作三十五分。以分子一從之。為三十六分。其表度十二。亦通作六十分。說見算家通分法。

第五題

有物之高。測物之景。

法曰。如前圖。以矩度承日。審值度分。若權線在內。則景

與物等。本篇三題注

若權線在直景邊。即物大于景。本篇三題注即直景與表之

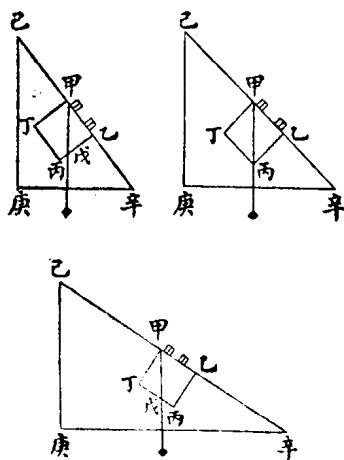
比例。若景與物。反之則表與直景。若物之高與其景。卷五

系。用三數法。以表為第一數。直景度分為第二數。物

高度為第三數。算之。即所得數。為景度。

右權線在倒景邊。即物小于景。本篇三題注則表與倒景之

比例。若景與物。反之。則倒景與表。若物之高與其景。卷五

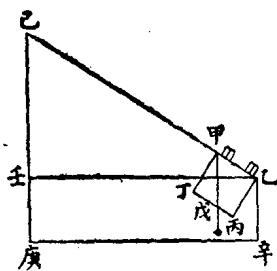
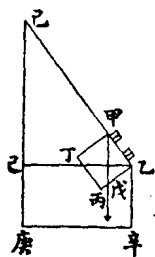
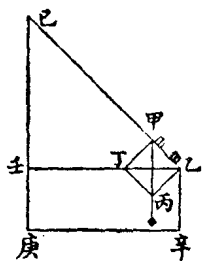


四、用三數法以倒景度分爲第一數，表爲第二數，物高度爲第三數，算之，即所得數爲景度。

第六題

以目測高。

法曰：欲于辛目測己庚之高，先用一有度分之表，與地平爲直角，以審目至足之高，次以矩度向物頂。



甲耳在前，目切乙後，而乙辛爲目至足之高，以權線與矩度平直相切，任其垂下，目切于乙不動，而以甲角稍移就物頂，令目光穿兩耳竅至物頂，作一直線，如不能以目透通光耳中，只取細審權線值何度分，依前題論，直景與表之比例，表與倒景之比例，皆若庚辛或等庚辛之乙壬，即與乙至壬作直線，見一卷，與己壬，見一卷與乙辛等，觀上論，三題及本圖自明，蓋三圖之甲乙丙，甲乙戊，甲丁戊，各與其己卅四。

