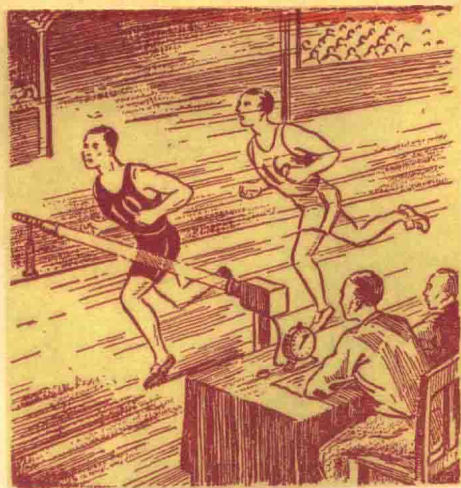


蘇聯青年科學叢書

光電自動器及其應用

克利敏契耶夫著



中國青年出版社



蘇聯青年科學叢書

光電自動器及其應用

克利敏契耶夫著

滕砥平譯

中國青年出版社

一九五四年·北京

光電自動器及其應用

內容提要 人類曾經幻想過一種自動替人做工的機器。自從俄國科學家發明了稱為‘電眼’的光電管以後，這個幻想就實現了。這裏說到的有自動啓閉的室門，看不見的報警器，救火的光，能接受信號的火車頭，以及工業上用以報告或調節溫度、濕度、濃度、透明度等的非常新奇的自動設備。這些會代替人類做報告、檢查、管理工作的機器，在社會主義建設中，是人類得力的助手。

原本說明 書 名 ЗОРКИЙ ПОМОЩНИК

著 者 С. Д. КЛЕМЕНТЬЕВ

出版者 ТЕХГИЗ

出版地點
及 日 期 МОСКВА. 1950

書號133 自然5 32開本 39千字 84定價頁

著 者 蘇聯 克利敏契耶夫

譯 者 滕 砥 平

青年·開明聯合組織

出版者 中國青年出版社

北京東四12條老君堂11號

總經售 中國圖書發行公司

印刷者 京華第一印書館北京第二廠

印數13,501-23,500 一九五二年三月第一版
每冊定價2,300元 一九五四年一月第四次印刷

目次

前言	1
一 光電自動器	2
電眼 (4) 光電流的放大 (9) 電感替續器 (10) 光替續器 (11)	
二 光電自動器的一般應用	15
自動啟閉的門 (15) 看不見的防線 (17) '魔術'的噴泉 (19) 第一名是誰 (20) 安全的槍 (21) 狐狸回家來了 (22) 別動,我就照啦 (23) 怎樣用光來操縱機器 (24) 汽車和小狗 (28) 用光救火 (29)	
三 工業中的光電自動器	30
在軍工業裏 (30) 金砂 (33) 電眼能計數 (35) 電眼能稱分量 (38) 鋒利的刀片 (37) 斑斑的白色 (38) '聰明'的機器 (39) 零件快要裝配完了 (41) 硬度的檢定 (41) 打印工人的朋友 (43) 水平太高,水平太低 (43) 實驗室中的光電助手 (46) 自動調節溫度 (47) 水蒸汽 (50) 紅色信號的代價 (52) 雪白的紙卷 (53) 二百萬種色調 (54) 透明的注射液 (55) 軟水 (57)	
四 運輸和交通中的光電自動器	58
能够看見信號的火車頭 (58) 明滅的燈光 (60) 在空中航線上 (61) 看不見的交通線 (63)	
結語	66

前 言

昨日晚間，我們到一個奇妙的俱樂部裏去消遣。

剛剛來到樓下的小方場，還沒有踏上那寬闊的大理石臺階，就意外地聽見揚聲器告訴我們當晚俱樂部所預備的節目。原來那一晚的全部時間都要用來向大家介紹自動機器。在客廳裏陳列着青年工程師們的作品。閱覽室也開着門，讓來客自由入內作科學技術的參考和諮詢。

那位看不見的報告員已經知道了我們的來到。在我們走上樓梯以後他就停止了報告。

使我們更加驚異的是：當我們快要走到俱樂部的門口時，一塊寫着‘歡迎’兩個字的光輝奪目的彩色字幕，迎面亮了起來。接着室門大開，好像在請我們進去。進去以後，門又自動關閉了。

可是大門附近並沒有一個人。

在一間舒適的小客廳裏，我們遇見了當晚在俱樂部裏的當值人員，他告訴我們最好先看陳列品。四面牆上裝着許多美觀的玻璃櫥，裏面掛着各種宣傳畫、圖樣和照片。只要向其中任何一個櫥走過去，櫥裏的長條形電燈就立刻開始慢慢地放出柔和悅目的光來，照明整個櫥中的陳設。

看完了陳列品，我們走進了俱樂部的工作室。在這裏有幾位業餘無線電愛好者在製造某種裝有電池組的靶子。顯然他們是決定要做一種奇異的用光線做子彈的打靶筒，送給本市射擊俱樂部做為禮品。工作已經完成，今晚他們就要表演光線打靶術給大家看了。

製造人中有一位走到洗臉盆邊去洗手。我們注意到他沒有開水龍頭。當他把手伸到龍頭底下時，水自己就流出來了。洗完之後，他把手從龍頭底下拿開時，龍頭又自動地關閉了。

在大廳裏我們又遇見了那位當值人員。

‘今天，’他說，‘我們有一個盛大的晚會。來客已經到了一百八十五人了。’

‘難道你數過嗎？’我問。

‘當然數過，不過我並不親自數，那替你開門的自動機器會替我數的。’

那次專門介紹自動機器的晚會就這樣開始。

讀者諸君想知道這個俱樂部的地址嗎？

它的地址連我們也不知道，不過這樣的俱樂部是完全可能建造的。諸位讀了這本書，明白了光電管的奇妙性能和應用以後，你們自己也會這樣想的。

一 光電自動器

自古以來，人們就曾幻想能够發明一種機器，自動的替我

們做工。有許多俄國的民族故事，其中受人敬愛的主角都是些能够順從人意而工作的奇怪的機器。

在今天，故事中所提到的人們的幻想，已經逐漸成為事實。利用自動機器的技術已經發展到這麼高，連民族故事裏最大胆的幻想都落在它的後面了。

現在我們正在廣泛地利用着各種自動機器。我們吃的麵包是從自動麵包廠裏烘出來的，人手從來沒有觸過它們。我們喝的水是在自動的過濾器裏清潔過的。做衣服的布是用自動的織布機織成的。此外，我們在自動電話上交談，還有自己會說話的鐘替我們報告時間。這種奇妙的自動機器，我們每走一步路都要碰到。結果我們就看慣了它們，幾乎忘了它們的妙處。

我們有些化學上的生產裝置（石油的和他種工業的），如果沒有自動機器便完全不可想像。還有一些機器，它們工作得非常地快，以致人們趕不上照顧它們，非用快速的自動機器來管理不可。

自動機器的應用把勞動者從艱苦的體力勞動裏解放出來，既提高了產品的數量和品質，又降低了生產成本。這樣，自動機器就幫助着人們享受到富裕的生活和得到品質優良的工業產品。

但它的意義還不止此。

要能够管理自動機器，工人必須加緊學習，提高自己的技

術和文化水準。所以工業中利用自動機器的結果，可以使體力勞動和腦力勞動間的矛盾逐漸歸於消滅，而這正是建造共產主義社會的重要條件之一。

一種最有趣和最重要的自動機器是光電自動器。

光電自動器這一種科學技術部門，雖比較年青，卻發展得很快。它的基礎就是稱爲‘電眼’的光電管。光電自動器的祖國是俄國。世界上第一個創造光電管的人，就是莫斯科大學的物理學教授、名科學家斯托列托夫 (А. Г. Столетов)。

1. 電 眼

早在前一世紀的八十年代，科學家們已經注意到一種極有趣的現象。

如果拿一塊磨光的鋅板，把它充上陰電，再把它連接到一種探測電荷的儀器——驗電器上，那麼驗電器中的兩張極薄

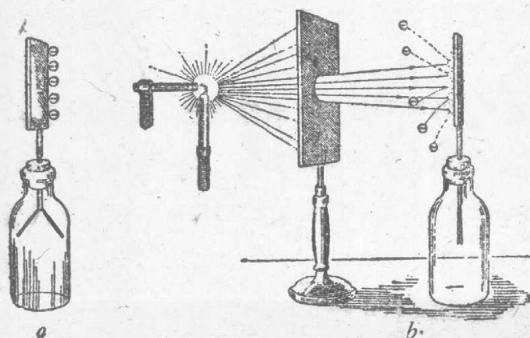


圖 1. 驗電器在光的作用下就放了電

的葉子就要彼此分開（圖 1a）。所以會這樣，是因為帶有相同電荷的物體（在這裏就是驗電器中的那兩張葉子）會彼此相斥。察看兩葉分離的角度，就可以估計電荷的大小。

可是假如照這樣做了以後，再使從電弧燈裏出來的一支光束射在這塊鋅板上，那麼驗電器裏的雙葉就馬上合攏。這指出在光線的作用下，鋅板已經放了電，失去了一部分自己的陰電荷（圖 1b）。

是什麼使電荷離開鋅板的呢？光和電的關係是怎樣的呢？這些問題引起了俄國科學家斯托列托夫的興趣。

在公曆 1888 年他做了一系列有名的實驗，奠定了新的技術部門——光電自動器——的基礎。

斯托列托夫拿了一塊磨得很光的鋅板，又在板前放了一張特別密的金屬網（圖 2）。他用導線把網連在電池組的陽極上，同時又把鋅板連在一個測驗電流的靈敏儀器——電流計上，再將這個電流計連在電池組的陰極上。這時候電流計上的指針恰指零度，因為在板和網中間隔着一層空氣，電路是中斷的。

可是只要電弧燈的光射過網來到鋅板上，電流計上的指針馬上就動起來，偏到某一個角度上去。這指出電路裏有了微弱的電流。

可是斯托列托夫把光束一拿開，電流馬上停止，電流計裏的指針因之又回復到零度的地位。可見光能生電。

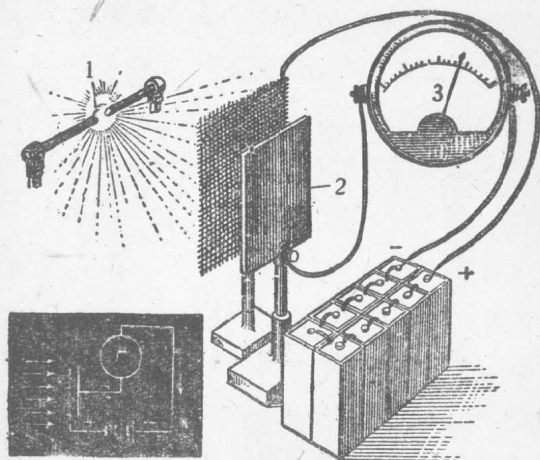


圖 2. 斯托列托夫的實驗 (圖中所畫的是日常使用的電流計和電池組; 在實際的實驗中, 要利用敏感性極高的電流計和伏特數極高的電池組)
1, 電弧; 2, 鋅板; 3, 電流計

這種現象的解釋, 不是馬上得到的。一開始它要求人們研究物質的構造和光的性能。人們做過許多奇妙的實驗以後, 纔清清楚楚地知道斯托列托夫所發現的現象是怎麼回事。

大家都知道, 一切環繞在我們周圍的物體都是由眼睛看不見的極小微粒——原子——所組成的。

可是不管原子的尺碼是多麼的小——小到大約只有一億分之一厘米, 我們仍然很清楚地知道了它的構造。原來每一個原子都含有一個帶陽電荷的核, 和圍繞着核而運行的許多電子。電子都帶陰電荷。核所帶的陽電荷的量恰和所有電子所帶陰電荷的總量相等。

圍繞核的電子，組成所謂電子殼。一切電子都是完全一樣的，各種物質的原子彼此間的分別，只在所含電子的數目不同。

原子核上的陽電荷吸引電子。電子則緊緊地團結在原子核附近。

因此要打擊原子，從原子核外擊出電子，就必須消耗一定量的能力，做一定量的工作。

在一切物質中佔有特殊地位的是金屬。在金屬內部，一部分電子是和自己的原子分開的。這些電子可以在金屬裏自由移動，所以就叫它們‘自由電子’。金屬中自由電子的流動，就造成大家所知道的電流。

可是自由電子只在金屬內部纔有‘自由’。要使它們飛到金屬外面去，就必須克服所有因失掉一部分電子而得到陽電荷的原子對它們的吸力。

這種帶着電的殘餘部分的原子，普通叫做離子。

我們看出要從金屬裏拖出電子來，也必須完成一定量的工作去對抗吸力的作用。

在這裏，就查出完成這一項工作所必需的能量可以用射在金屬上的光來供給。目前我們已經確切知道，光線是帶有所謂電磁能的。因為光本身就是電磁波。

斯托列托夫所觀察到的這種奇異的現象，應當怎樣解釋呢？

光用自己的能力從鋅板上拖出電子來。這些電子飛出鋅板以後就落到帶陽電的網上，然後經由導線從網上傳到電池組裏。這時候鋅板上又飛出新的電子來補它們的缺。

這樣，電路裏就產生電流。

斯托列托夫測出射在鋅板上的光越強，電流也越強，因之電流計上的指針偏斜得也越厲害。

利用光的作用從金屬裏拖出電子的現象叫做光電效應。利用光能來產生電能的儀器，叫做光電管。

從來光電管經過了許多改良^{*}，不用鋅板了，代替它的是些感光性更大的金屬——鉀、鈉、銫等等。但這些金屬在空氣裏氧化得很快，所以後來就將它們放在抽盡了空氣的玻璃泡裏，成為真空式光電管。

因為想從光電管得到更大的電流，後來又把光電管的泡子裝滿某種化學上不活潑的氣體——氫、氖、氬。填充了這些氣體的光電管，除了產生‘電子之流’以外，又產生所謂‘離子之流’。這裏的離子之流是由氣體的分子在飛得極快的電子的撞碰下分裂而成的。因此，所得到的全部光電流，比原來的要大得多。

蘇聯製造的充氣式光電管ЛГ—3型，見圖3。玻璃泡的內

^{*}斯托列托夫的實驗和光電自動器的物理基礎，見‘電眼’一書（米森采夫著，蔭砥平譯，中國青年出版社出版）。那本書裏，還談到其他形式的光電管和庫別茨基管與季諾費也夫管。

部表面上塗着一層銀膜。銀膜上還有一層更薄的敏於感光的氧化鉍膜。泡子中央一根支柱上按着一個金屬小環。這小環就是從前斯托列托夫在他的實驗裏所使用的那個金屬網的一個網眼。光電管的玻璃泡有兩個金屬座子，一個

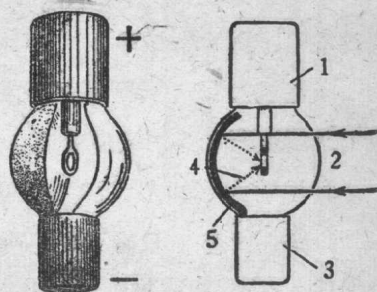


圖3. 蘇聯充氣式的光電管 ИГ-3 型
1, 陽極; 2, 光線; 3, 陰極; 4, 電子之流;
5, 感光層

座子和小環相連接，名叫陽極。另外一個座子和感光層相連接，名叫陰極。在光電管工作時，要把管的陽極連在電池組的陽極上，把管的陰極連在電池組的陰極上。

2. 光電流的放大

斯托列托夫的儀器改良成真真空式和充氣式的光電管以後，光電流的強度雖已大量提高，可是仍很微弱。若不把它放大，就只能在很少幾種情況下（如在試驗室中作特別研究和作精確的光的測量時）加以利用。後來利用了真空管，光電管所生的電流纔被放大到可供實用的地步。

光電流的放大器，比最簡單的真空管式的無線電接收器還簡單些。假如無線電接收器要把天線上產生的微弱的電流加以放大，整流，再放大，那麼，光電放大器只要把光電流放大

到必要的大小就成了。因此，光電放大器就不需要那些構成無線電接收器的複雜零件。

光電放大器只含幾種最簡單的無線電零件，如改變交流電壓的變壓器和一個或幾個真空管。

利用放大的光電流不但可以推動電流計裏的指針，還可以推動任何其他敏感度更小的電儀器（如毫安培計，毫伏特計等）。它又可以推動所謂電磁替續器。

3. 電磁替續器

若把一條絕緣導線纏在一根不大的軟鐵心上，結果就成了一個電磁鐵。電磁鐵外面的線圈裏有電流通過時，電磁鐵的軟鐵心就會起磁。現在讓我們再用一塊不大的軟鐵做成一個銜鐵，並用一條金屬片來設法把它固定在電磁鐵的上方，使兩塊金屬接觸片能因電磁鐵的吸着銜鐵而互相接觸。這樣我們就造成了一個電磁替續器（圖4）。

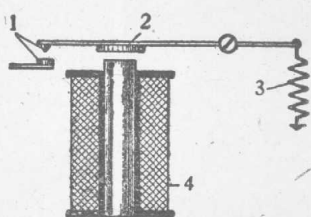


圖4. 電磁替續器的構造：
1, 接觸片；2, 銜鐵；3, 彈簧；
4, 電磁鐵

在一塊接觸片上鉗了一條金屬導線，使它和外面的（執行的）電路相連通。我們向替續器的線圈通電時，替續器的心子就要起磁，因而吸引銜鐵。同時兩片接觸片發生接觸，把電路接通。

如果截斷了替續器線圈裏的電流，電磁鐵的心子就會失掉磁性。那塊銜鐵呢，因為有一根小彈簧在後面拉它，就會退回原位。這時候兩片接觸片自然也就分開，使已通的電路切斷。

替續器上可以裝不同數目的接觸片，它們常常是連了又斷，斷了又相連。有時候一個替續器上要裝置好幾種接觸片。

替續器可以用真空管放大器裏流出的較弱電流來工作。藉着自己的接觸片它就能接通電流強大的電路。

4. 光 替 續 器

把原先連在光電放大器上的測量儀器——電流計拆掉，改裝一個電磁替續器。這時候，有光射到光電管上時，替續器上的銜鐵就會被吸過來，因而使執行電路裏的接觸片彼此相接。可是如果用一不透明的物體遮住光電管，那麼，光電流的

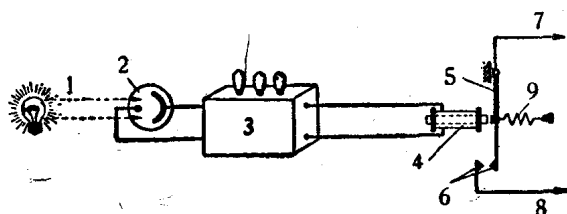


圖5. 光替續器的構造：1，光；2，光電管；3，光電放大器；4，替續器的線圈；5，銜鐵；6，接觸片；7，通往執行電路；8 通往執行電路；9，彈簧

力量就要大減。替續器上被彈簧拉住的銜鐵也要離開心子，而使接觸片彼此分離。這樣就好像得到了一種光的電開關：有光照到時，替續器就把接觸片連起來，使電流得以通過；光沒有了，接觸片也就分開，使電流切斷。這種用光電放大器和電磁替續器合組而成的光的電開關，就叫光替續器（圖5）。

光替續器的接觸片可以開動各種執行的機器，如信號燈、電鈴，或其他更有力的電磁替續器。利用強大的電磁替續器時，又可以開動電動機和其他需要強電流的儀器。

由此可見光線可以管理各種強度的電器的通電和斷電，這是有巨大的意義的。因為這樣一來，我們就能利用射在光電管裏的光的強度，來操縱各種巨型機器，如鐵軌延壓機等。

光替續器工作中所不可少的光是用特製的發光器來產生的（圖6）。發光器中裝有一個白熾電燈泡，那是安在一個裝有光學透鏡的金屬筒裏的。透鏡會聚電燈泡裏發出的漫射光

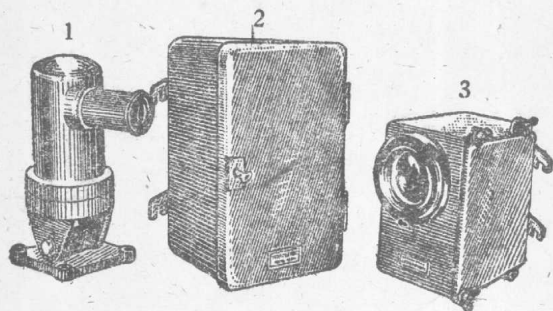


圖6. 光替續器的組成部分

1,發光器；2,光電放大器；3,裝在套子內的光電管

線，使它們變成一條狹窄光束，向光電管射去。這裏使用的電燈泡一般裝有極細的一種‘點’狀的白熾絲。所以纔能以很小的發光面放射很大的光度。此外，也常要使用電影機或汽車裏的電燈泡。

利用光線實行遠距離管理時，常常要用汽車前燈那種反射型燈光或特製的探照燈光，來代替裝有透鏡的發光器。

如果要把光變成不可見光，有時得用一種只讓不可見的紅外線（就是熱射線）通過的濾光器，遮在發光器所發光束的進路上。這裏所用濾光的材料，可以是硬橡皮板，也可以是用特別方法做成的黑玻璃。

真空管式放大器主要是用在光電流須和光的強度作比例的變化的時候（如有聲電影裏、電視裏等）。

如果用光電管來充當僅僅標記光的存在或消滅的替續器，那就不妨用閘流管來代替真空式放大管。閘流管和普通的真空管不同的地方，在於閘流管裏充滿了某種化學上不活動的氣體或水銀的蒸氣。

光線落在光電管上時，光電流就使閘流管‘燃起來’。因為閘流管所供給的電流，要比真空管所供給的強大得多，所以利用了閘流管就可以免用電磁替續器。因此，極小型的發動機、電鈴等，直接連在閘流管放大器上就可以工作。

各種光電放大器，不論是真空管式的或閘流管式的，都可以使用電池組裏產生的直流或普通的交流電。