

技工學校教學用書

維諾格拉道夫著

電機繞線工



機械工業出版社

技工學校教學用書

維諾格拉道夫著

電機繞線工



機械工業出版社

技工學校教學用書



電 機 繞 線 工

維諾格拉道夫著

王祖澤譯 杜慶萱校

蘇聯勞動後備部教育委員會推薦為技工學校教科書



機械工業出版社

1956

出版者的話

本書係按照蘇聯勞動後備部 1949 年 7 月所批准的關於培養電機繞線工的技工學校專業工藝課程的教學計劃和教學大綱編寫而成。內容包括：電機定子、轉子和電樞各種繞組的製造，繞組的線路圖，電樞的加工，繞組的試驗和修理，以及工廠內的安全技術和勞動組織。此外，對鉗工工作法及工作地點的組織也作了扼要的敘述。

繞線工作是電機製造中的重要工藝過程，目前我國在這方面還沒有正規學習用的教材，本書的內容豐富、切合實際和敘述簡潔，可以作為我國技工學校或電機製造訓練班的教材。

蘇聯 Н. В. Виноградов 著 'Обмотчик электрических машин'
(Трудрезервиздат 1953 年第一版)

* * *

書號 0940

1956 年 1 月第一版 1956 年 1 月第一版第一次印刷

850×1168 $\frac{1}{32}$ 字數 161 千字 印張 6 $\frac{3}{8}$ 0,001— 4,500 冊

機械工業出版社(北京東交民巷 27 號)出版

機械工業出版社印刷廠印刷 新華書店發行

北京市書刊出版業營業許可證出字第 008 號 定價(8) 0.98 元

目 次

緒論	7
一 急救、工業衛生與職業衛生	9
不幸事故時的急救(9)——工業衛生與職業衛生(11)——個人衛生(11)	
複習題	12
二 鉗工工作法	12
鉗工工作的形式(12)——鑿削(13)——校正(16)——銼削(17)	
——切割(18)——彎曲(19)——鉚接(20)——鉚接和鍍錫(21)	
——鉚料(23)——鉚劑(26)	
複習題	28
三 絕緣材料與繞組導線	28
絕緣材料(28)——繞組的導線(31)	
複習題	35
四 線式繞組元件的型式和絕緣	36
定子與電樞的繞組元件(36)——繞組元件的絕緣(39)	
複習題	40
五 磁極線圈的型式和絕緣	41
磁極線圈的型式(41)——纏繞線圈的設備(42)	
複習題	45
六 定子、轉子與電樞的硬性繞組元件	45
定子的繞組元件(45)——轉子的繞組元件(47)——電樞的繞組元件(48)	
複習題	49
七 繞組的浸漬	50
絕緣乾漆(50)——浸漬和乾燥的設備(51)	
複習題	54
八 繞組的工程圖	55
工程圖上繞組的表示法(55)——看工程圖(56)——工程圖的零件表(57)	
複習題	62

九 單層三相繞組線路圖	62
線路圖的表示法(62)——線圈式單層繞組線路圖(64)——線圈式繞組的製造(69)——各相線圈的連接法(73)——等繞組元件單層繞組線路圖(76)——三相繞組的相間連接(77)	
複習題	80
十 雙層三相繞組線路圖	81
繞組節距——正常節距及短距繞組(81)——雙層三相繞組的線路圖(84)——每極每相的槽數為分數的繞組(88)——雙速電動機的繞組線路圖(91)——雙層繞組的製造(94)	
複習題	98
十一 三相繞組的試驗	99
繞組電阻的測量(99)——絕緣電阻的測量(100)——校驗繞組圈匝間的短路(101)——絕緣電氣強度的試驗(102)	
複習題	103
十二 三相繞組線路的組成	103
線路組成舉例(103)——畫已經繞好的定子及轉子的線路圖(106)	
複習題	107
十三 手繞電樞繞組的線路圖	107
繞組的基本數據(107)——繞組的槽節距(108)——手繞的電樞繞組(109)——手繞繞組的線路圖(111)——手繞繞組的機械化(113)	
複習題	116
十四 電樞的繞組元件式繞組線路圖	117
繞組的主要形式(117)——單疊繞組(118)——複疊繞組(121)——單波繞組(122)——複波繞組(125)——均衡連接(126)——線路圖上繞組的表示法(128)——繞組的對稱性(132)——在繞線時電樞的標記(134)——線式繞組元件的電樞繞線方法(136)——電樞繞線的斯大哈諾夫工作法(142)	
複習題	145
十五 電樞的加工	145
繞組和整流子的鉚接(145)——鉚接用鉚槽的設備(147)——	

電樞的綁紮(148)——紮線機床設備(151)——用槽楔把繞組固定在槽內(153)——整流子表面的加工(154)——整流子的刮縫(155)	
複習題.....	157
十六 銅棒式轉子繞組線路圖	158
聯結弧及其在轉子上的分佈位置(158)——銅棒的彎折與絕緣(158)——銅棒式轉子繞組的線路圖(162)——銅棒在轉子上彎折(164)——聯接箍(165)——轉子繞組的熔焊(166)——轉子的短路繞組(167)——轉子繞組的斯大哈諾夫工作法(169)	
複習題.....	171
十七 銅棒式電樞繞組線路圖	172
粗導線內的附加損耗(172)——分隔導線的繞組(173)——扭轉導線式繞組(174)——蛙型繞組線路圖(176)	
複習題.....	179
十八 電樞繞組的試驗	180
電樞繞組匝間短路的檢驗法(180)——試驗磁鐵的構造(182)——發現及修理繞組缺點的實際方法(183)	
複習題.....	184
十九 繞組的修理	185
繞組修理工作的種類(185)——繞組修理的準備工作(186)——定子與轉子繞組的修理(187)——電樞繞組與磁極繞組的修理(189)	
複習題.....	191
二十 安全技術	191
廠區和車間內的安全技術(191)——繞線車間內的安全技術(193)——工人的醫藥衛生服務(195)	
複習題.....	195
二十一 勞動組織與工作地點組織	196
合理的勞動組織的意義(196)——勞動組織的原理(196)——工作地點的組織(198)——技術定額(201)——勞動工資制度(202)	
複習題.....	204

緒 論

社會主義工農業和運輸業的發展，要求新的熟練工人不斷地投入國民經濟中去。

1940 年以前，工業方面補充新的幹部在很大程度上是依靠農業工作者轉入工業。但是在第三個五年計劃年代裏，按照和集體農莊訂立的合同，有組織地分配勞動力已經不能保證工業方面對新的熟練幹部的全部要求。訓練熟練工人幹部的任務通過工廠的藝徒訓練班也未能全部解決。按照斯大林同志的指示而建立的國家勞動後備力是有計劃地大量地培養熟練工人幹部的新的制度，是我國工人階級補充的主要來源。

勞動後備學校與訓練班為工業、運輸業和建築業培養了技術熟練而有文化的健康青年工人。他們無限忠誠於列寧-斯大林黨的偉大事業，他們是共產主義社會的建設者。

蘇聯共產黨第十九次代表大會關於蘇聯發展的第五個五年計劃(1951~1955年)所通過的決議，要以偉大的綱領武裝蘇聯人民，這個綱領是國民經濟各部門新的強有力的高漲、科學文化的繼續發展和勞動人民福利的提高。

社會主義工業的生產品在新的五年計劃中約計增加 70%。

在電氣化方面，決議中規定要高速發展電力站的容量。以便更充分的滿足日益增長的國民經濟和人民生活上在電能方面的需要，以及增加動力系統的儲電量。電力站的總容量在五年計劃中大約增加一倍，而水力發電站的總容量大約增加兩倍。電力的產量在五年計劃中將增加 80%。

蘇聯人民以極其歡欣鼓舞的心情迎接政府根據斯大林同志的指示而擬定的關於建造世界最大的水力發電站——古比雪夫、斯大林格勒、卡霍夫卡水電站的決議。這些電力站的總容量將達到四

百二十萬仟瓦。新電力站的電能年產量將超過二十二萬億仟瓦小時，相當於十月革命以前俄羅斯全部電力站電能產量的十二倍。新的水力發電站將是巨大電力系統的骨幹，能在廣大地區內集中的調度電力生產和輸送。

在發展動力的同時，蘇聯電機製造業也有了巨大的發展。我們的電機工業還在第一個斯大林五年計劃年代裏就已經使我國免除了電氣設備的進口。在戰後的第一個斯大林五年計劃時期，蘇聯電機製造業有着更大的發展。在 1952 年我們的工業獲得了新的勝利，製造了第一台 150,000 仟瓦、每分鐘 3000 轉的汽輪機和發電機。在電動機的生產方面，曾以全蘇統一系列異步電動機代替老式電動機，並且組織了標誌着勞動生產率激烈增長的流水作業法。

以採用最先進技術為先決條件的機器製造業及其所屬部門電機製造業是保證國民經濟高速發展的重要環節。要建立起強大的電力站，就需要大量的最新式的機器。所有這些機器都是由許多電動機及其附屬器械所組成的電力傳動裝置來裝備的。

在電機製造方面的主要發明都是屬於俄羅斯科學家的。

道里沃-道勃洛沃爾斯基 (М. О. Доливо-Добровольский) 是世界上首先採用三相交流電作遠距離的輸電，輸電線的開始電壓升高而在末端降低。他又研究出理論並且製造出第一台三相異步電動機的雛型。到現在這種電動機還是應用最普遍的模式。

直流電動機是耶可比 (Б. С. Якоби) 院士所發明，他將這種電動機裝在一隻船上。在 1838 年秋季航行於涅瓦河上。

俄羅斯發明家耶勃勞契考夫 (П. Н. Яблочков) 和烏沙金 (И. Ф. Усагин) 發明了變壓器是現代任何動力系統中所不能缺少的部分。

但是在革命以前的俄羅斯，電機製造業並沒有得到應有的發展。有些小型工廠都是屬於外國公司的，它們只是把國外運來的部件裝配成電動機的裝配工場。

電機製造業只是在十月革命以後才開始真正地發展，在斯大

林的五年計劃的年代裏才得到真正的繁榮。我們迅速地掌握了新型的機器；在生產中廣泛地貫徹了社會主義勞動形式。我們現在有着很多優秀的專家，並且專家的隊伍還是不斷地增加着。從得斯大林獎金的人數就可以看出電機製造方面有很大成就。

任何電機都有通過電流的繞組。繞組是電機中最重要的部分之一。電機繞組的製造與修理工作是屬於繞線工人的工作範圍。要製造近代電機所採用的複雜繞組，就不但應該會操作各種生產工序，還應該具有繞組理論和其接線圖，絕緣物和用途各方面的必要知識。由此可見，電機繞線工人在國民經濟中要起多麼重要的作用。繞線工人的理論知識和生產技能應該促進他們做出質量更好的電機，使所造電機能經濟而耐用。

一 急救，工業衛生與職業衛生

不幸事故時的急救

在生產中工人的不幸事故叫做工傷，這個名詞是由‘損傷’，這個字變來的。蘇聯的法律非常注意加強生產中的工作安全。國家撥出了大量的資金創造了安全的勞動條件。按照已定的很多法定規程，機床和機械裝置必須裝有保護裝置，來避免可能發生的不幸事故。我們廣泛地進行了關於學習安全技術規程的宣傳工作。所有這些措施使蘇聯在生產中所發生的不幸事故的數字每年都在減少。

如發生了不幸事故，受傷的人應該立刻給與急救。在給與急救時，要利用車間藥箱或急救包。所有的工人都必須學會急救方法。

碰傷 在碰傷後身體應該保持安靜的姿勢，然後在碰傷的地方包上繃帶，繃帶上放着裝有冰、雪、或者冷水的冰袋。冰袋要放15～30分鐘。

破傷與割傷 在破傷與割傷時不許用水來洗傷口，因為水並不是絕對乾淨，可能把細菌帶到傷口中去。應該把傷口塗上碘酒，

不要用手去碰它，然後蓋上兩三層消毒紗布。

眼中進入髒物 如眼中偶然落進灰屑，而並沒有隨眼淚流出來，這時應當纏上乾淨的紗布，而後去請醫生治療。

燙傷 燙傷的地方應當塗上凡士林同時放上浸過蘇打水的濕布。

傷口出血 首先應當把受傷的手或腿向上抬起，然後用消毒的繃帶把出血血管綁緊。要止住動脈出血，可以用毛巾、手帕、細繩、皮帶等把動脈綁緊。繃帶應當紮在傷口的上面，並在兩頭要打成死結。

煤氣中毒 在煤氣中毒時，應當把中毒的人抬到新鮮空氣的地方，用冷水潑在他頭上同時用阿莫尼亞水或花露水擦手腕關節和太陽穴，並把浸過阿莫尼亞水的棉花放在鼻孔前面。

觸電 觸電能引起痙攣性的肌肉收縮，因使觸電者無力把手和導線分開。此時，首先應當迅速地把觸電者所接觸的裝置由線路上切斷。這時需要注意，如果觸電者是在高的地方，那麼在電流切斷後就要保證把觸電者安全的放下來。此外，在把這部分裝置由線路上切斷時電燈可能也同時滅掉，所以應當考慮其他光源。

如果所觸的裝置不能很快的由線路上切斷，那就需要設法使觸電者和他所接觸的導電部分分開。要把觸電者由低壓的導電部分分開，如果他的衣服是乾的並且未黏在身上，那就可以拉他的衣服，這時應當小心不要和金屬物及觸電者的身體接觸；如果電流是通過觸電者流入地內去，應當把觸電者和地面分開來切斷電流。譬如，在觸電者的身體底下塞塊乾木板。在把觸電者由高壓線路上拉開時，應當穿上橡皮的長筒套鞋並且戴上橡皮手套，因為在和觸電者身體接觸時是有生命危險的。

急救的辦法要看救下來以後觸電者的情況來決定。

如果觸電者有知覺，則必須送他到醫生那裏去治療。在失去知覺時，就應當讓他舒服地躺下把衣服解開，同時使新鮮空氣流通，讓他聞些阿莫尼亞水，用水噴之同時立刻把醫生請來。如果觸電者

呼吸困難，應當對他施行人工呼吸法。

工業衛生與職業衛生

工業衛生與職業衛生的目的與任務是要減少個別生產過程對人身有害的影響和保護工人的健康。某些生產過程對人體或多或少的發生有害的影響。

在繞線工作方面，浸漬漆和溶劑的蒸氣，銲接時發生的氣體，漆和溶劑對皮膚的作用，用玻璃絲工作時對皮膚的刺激，這些都可能發生對人身有害的影響。所以工業衛生的任務就是檢查這些類型的生產過程。和工業有害氣體及職業病做鬥爭的措施是：對進行漆和溶劑工作的車間加強通風；採用特殊的肥皂來保護手的皮膚不受漆和溶劑的侵害。

為保護工人健康起見，對有害的生產工段規定發給工人牛奶和油脂，增加例假和縮短工作時間。這些措施要包括到生產總計表中，這項表冊是由工會組織會同醫務人員共同定出。

為了檢查衛生條例和勞動保護條例的執行情況，設有專職衛生人員。工人的衛生設施包括組織淋浴、浴室以及衛生教育。

個人衛生

衛生學是研究保護健康問題，消滅妨害健康的條件以及預防疾病的方法。

工人的個人衛生對勞動生產率和保護健康有着重大的意義。所以每一個學習專門生產技術的青年工人都應當同時熟悉一般的和專門的衛生常識。

在生產中由於長時間緊張勞動的結果工人要感到疲勞。疲勞狀態是由於血液循環不好，因而影響了長期緊張肌肉的營養。

為了防止很快的就感到疲勞，所選擇的工作設備要與工人的身材相適應，因為低的工作台或機床對高個子的人來說，要使他彎腰彎的很厲害，這就會很快的感到疲勞；而相反的，高的工作台或

機床對矮個子的人來說，要使他把手抬的比需要還高些，這會使肌肉很快的疲勞。如果在工作地點放上裝材料和成品的箱子或者小桌，這樣可以避免彎腰的疲勞。

極端緊張，不間斷而長期的體力勞動影響着少年們的身體，使少年們過度疲勞以及體力衰弱。只有逐漸地和使人引起健康疲勞感覺地增加工作負擔，才不致使健康遭到損害。

許多的經驗指出，工作時間中的休息可以防止疲勞，提高工人的勞動生產率，同時保護他們的健康。人的身體只有在睡覺時才能完全的休息和恢復白天消耗的體力。鍛鍊身體最好的方法是體育活動。

汗濕的衣服和污泥，使空氣很難接觸到身體。每天工作完後，全身要用熱水和肥皂擦洗。爲了預防胃病，在飯前必須洗手，並且要用乾淨的桌子和食具。

複 習 題

1. 什麼叫工傷？
2. 用什麼方法來預防生產中的不幸事故？
3. 在割傷與破傷時怎樣來急救？
4. 怎樣制止傷口出血？
5. 怎樣救護煤氣中毒？
6. 怎樣救護觸電的人？
7. 怎樣把觸電的人和低壓電路的電流分開？
8. 在高壓下施行救護時應當採用什麼預防方法？
9. 在觸電者與電源分開後怎樣急救？
10. 工業衛生的目的與任務是什麼？
11. 個人衛生是包括什麼？

二 鉗工工作法

鉗工工作的形式

鉗工工作是用切削工具和冷加工的方法把零件做成要求的形

狀，以及把個別現成的零件裝配起來。

隨着在金屬切削機床上機械加工的零件廣泛的應用，在機器製造中鉗工工作逐漸地在減少。零件的互換性原理滿足了這樣的要求，使得由機床上拿下來的零件可以直接去裝配，用不着再要任何加工和調整工作。所以，在機器製造流水生產中，鉗工工作僅限於個別部件中零件和成品機器的裝配工作。

鉗工工作是各種專業鉗工的主要職業。但是在繞線工人的繞線工作中就要做一些個別工序，這些工序由特性來分是要歸到鉗工工作中去。在用銅條做繞組元件和用裸銅線做磁極線圈時，鉗工工作都要碰到。做這些工作時就要做校正、彎折、鑽孔、鉚接和鉗接銅線等事情。在把繞組嵌到槽內時，也要碰到些基本鉗工操作的事情。所以，繞線工人應該熟悉鉗工工作的原理。

鉗工工作包括鑿削、校正、銼、割切、彎折、鉚接、鉗接和鍍錫。

鑿 削

利用鑿子和鐮頭來加工金屬叫做鑿削。在做繞線工作時，鑿削應用在下列情況：銅條繞組元件半成品，槽楔與銅箍的鑿削；在繞組嵌到槽內以後截去由整流片上伸出的繞組線頭多餘長度；紮線在電樞上繞完以後，切斷中間線段以及其他情況。繞線工人所遇到的事情只是來鑿斷銅和鋼的導線。

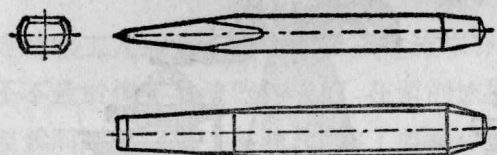


圖 1 鉗工鑿子

鑿削用的工具是鑿子和鐮頭。鑿子是個平的楔形片尖頭上有着刀邊（圖 1）。鑿子頂是錐體形，邊上是圓的。鑿子

用牌號 Y7A 碳素鋼做成。刀口的角度和要加工的材料性質有關：材料愈軟，鑿子的刀口要愈尖；對於鑿削銅來說，刀口的角度是在 30° 到 45° 之間。鑿子的刀口是在砂輪上磨出的。磨的時候要把刀口的一面和另一面輪流地靠着砂輪磨，並且還靠着砂輪慢慢地向

左向右移動。開始先把磨製刀具的刀口壓在砂輪上，磨去一層金屬，後來就要敲的輕一點。磨完時，要仔細地除去在刀口上形成的毛刺。

鐮頭是用來敲鑿子頭的。繞線工人通常採用球形錘，球形錘的表面作成凸形。鐮頭的重量從 400 克（對於 14~15 歲的學生）到 600 克（對於成年的工人）。

鐮頭柄是用硬質木材做成，木材的品種有——櫟樹、樺木、樺樹等等。鐮頭柄的長短根據鐮頭的重量而決定。重量為 400~500 克的鐮頭，柄長應該是 350 公厘，重量為 600 克的鐮頭，柄長應該是 380 公厘。鐮頭柄的表面應該要很好地飽過，並且要用砂紙磨得很光滑。把鐮頭放在鐮頭柄的細的一頭，並且在這上面用木頭的或者用金屬的楔塞住。

鑿削需要由有把握的和幾乎能自動動作的工人來做，這種工人要經過長期的訓練才成。在敲時不必看着鑿子的頭頂，但是必須要注意鑿子的刀口並且要勇敢地敲，不要害怕鐮頭會落空。在鑿削時敲鐮頭可以用腕擊法，肘擊法和臂擊法。

用腕擊法敲打，首先把手腕動到最上面，然後把手腕向前揮動



圖 2 鑿削時用肘擊法



圖 3 鑿削時用臂擊法

進行敲打。

肘擊法是靠手臂的前肘揮動。前肘先彎曲到最彎的程度，隨後很快的伸直出去（圖 2）。伸直的手揮動後就得到敲擊，使鋸頭得到足够的運動速度。

臂擊法是整個手臂在揮動。它包括肩胛，上肘和手腕的作用（圖 3）。

當鑿削時，左手拿在離開鑿子頭頂 20~25 公厘的地方，並且用手指握住以便大拇指放在食指的上面。用右手拿住鋸頭柄並且握住離開鋸頭柄末端 15~20 公厘的地方。

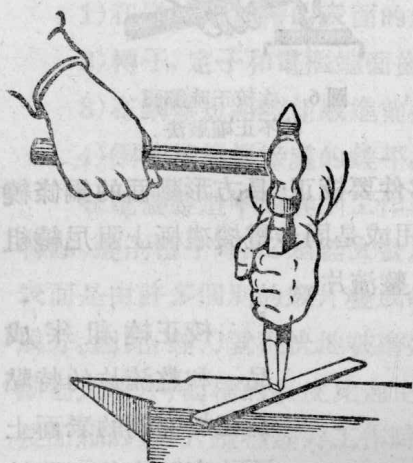


圖 4 扁銅的垂直鑿削

在做繞線工作時，必須要常常鑿削半成品的銅條。鑿削是在平砧上進行的。用左手把鑿子放在所要鑿的材料上，並且用鋸頭沿着垂直方向以臂擊法用力地敲鑿子。在垂直鑿削時手的位置如圖 4 所示。

鑿削掉由整流片伸出的繞組末梢，這項工作有些特點。工作的特點是鑿削要按重量來做。在鑿去導線末梢以後，鑿子就失去了支撐物。因此在鑿削

時繞線工人通常是把手掌靠在整流片脊板的圓周上，使脫去的鑿子不致於傷害整流器的表面。在鑿削末梢時不能採用強力的敲擊，因為同時可以損害整流片。爲了要減少必需的敲擊力，鑿子應當磨得很快，同時它的刀口應當具有精確的形狀。所鑿的導線愈細，則鑿子的刀口就應當磨得愈快。

在準備銅條繞組元件所用大量的銅條時，手工鑿削化費時間太多。因此在這種情形下，採用專門的切割機來鑿銅條，在這種機器中用機械刀來代替手鑿。這種刀子是由電動機通過特殊的機構

來帶動的。

校 正

銅棒或銅板的彎曲可以藉校正來消除。校正是用鐮頭在平砧上進行的。鐮頭應當用鐮頭面鼓出的地方來敲。在用鐮頭面的邊來敲的時候，銅條上要現出凹孔或刻痕。圖 5 和圖 6 表示在校正時鐮頭的正確敲法與不正確敲法。

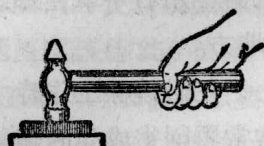


圖 5 在校正時鐮頭的正確敲法



圖 6 在校正時鐮頭的不正確敲法

在生產繞組成品時，下列的零件要校正：長方形斷面的銅條繞組元件的裸銅條，轉子短路繞組用或是同步電機磁極上阻尼繞組用圓形和長方形的銅條及黃銅條，整流片。

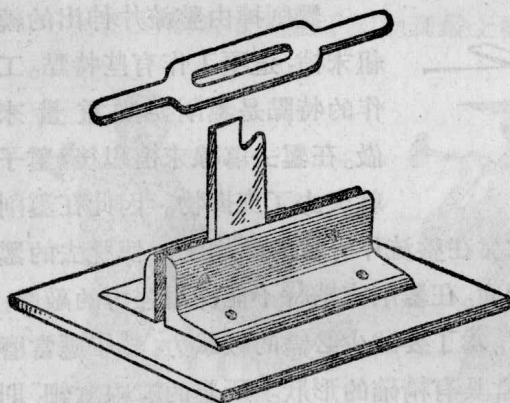


圖 7 整流片的校正

校正繞組半成品，和整流片的特點是在於它們的表面上不許有凹痕甚至連較小的一點也不許有，因為這些凹痕常常是使絕緣破壞的原因。因此校正時可以採用包着皮革的木錘，銅錘或者鋼錘。校正是

在平滑的鋼台上來做的。銅整流片的校正是特別複雜，因為整流片彼此間有着較大的接觸面。大的彎曲地方可以把整流片夾在工作台上的特別裝置的縫隙內來校正(圖 7)。然後把每一塊板放在鋼