

工業企業中的電氣安全

上 冊

毛 鈞 業 譯
吳 文 華

龍 門 聯 合 書 局 出 版

譯 序

任何工業企業都少不了有相當的電氣設備。由於電氣設備種類繁多，應用廣泛，與之發生接觸的各種生產崗位上的人們是無可計數的，因此，我們對於電氣設備方面可能引起的各種傷害事故，應當予以特別的注意。尤其今年是祖國偉大的五年建設計劃的第一年，今後將要大規模地進行工業化和電氣化的設施，並且將會廣泛地應用各種新型的電氣技術的生產過程，所以電氣安全這個問題，需要有步驟的予以解決是急不容緩的。

祖國號召我們學習蘇聯的一切先進技術和科學，其中電氣安全更是需要向蘇聯學習的一門專門性的技術科學。在蘇聯，隨着生產技術的進步、生產設備的現代化、工作環境的改善和勞動保護的被重視，電氣安全技術已經躍居世界的第一位。B.И. 葛洛里格娃，蘇聯的技術科學碩士和有名的電氣安全專家，以其豐富的學識和經驗寫成這本有系統的、能各方面切實解決工業企業中的電氣安全問題的書，毫無問題，這本書是有着極大的實際價值而值得我們學習的。

原書中有極少數排印疏忽的地方，譯者發覺的已經加以修正。不過譯者初學俄文，錯誤不當之處在所難免，如蒙讀者同志們指正，則不勝感謝。

譯者希望這本譯出來的書能夠在祖國的建設中對於電氣安全問題上有些微末的貢獻。

譯者 一九五三年七月於上海交通大學

導 言

蘇聯各族的人民們，當勝利地完成了1946年到1950年的復興和發展國民經濟的五年計劃後，達到了新的巨大的社會主義的經濟高潮。斯大林的幾次五年計劃，按照列寧的英明指示，完成了國家的工業化，同時並實現了電氣化。這使得我們的祖國成為強盛的社會主義國家，為過渡到共產主義準備了基礎。列寧曾這樣的指示我們：“共產主義是蘇維埃政權加上全國的電氣化，因為如果沒有電氣化，工業的提高是不可能的”。

蘇聯的人民們，在布爾什維克黨和偉大的斯大林同志的領導之下，忘我地勞動着以實現斯大林的建設共產主義社會的計劃。廣泛地展開着社會主義的競賽——“建設社會主義的共產主義方法基於千百萬勞動大眾的最高積極性”（斯大林）。在蘇聯，勞動已開始被認為是榮譽、光榮、豪邁和英勇底事業了。

合理組織和勞動保護在使我們祖國的經濟和軍事力量進一步的增強中起了很大的作用。因此為安全的、具有高度生產效能的勞動而鬥爭——是重要的任務之一。

由於黨、政府和斯大林同志親自對於建立健康和安全的勞動條件予以莫大關懷的結果，在斯大林五年計劃的幾年來，我們企業中的傷害事故被減少了三倍，在某些工業部門中，被減少四倍或甚至更多倍（如機械製造、化學工業、黑色冶金業等）。巨大的經費，花費在勞動保護方面，根本上改善了蘇聯工人的工作環境。我們又成立了完全新型的企業，配備着現代最新的機器，裝置着合理的照明和通風設備；在很多情況之下，還備有自動裝置或其他機構以消滅工作者的被傷害的危險。

列寧的天才的預見已經應驗：“全部工廠和鐵道的電氣化將使勞動條件更合乎衛生，將使千百萬工人從烟霧、塵埃和泥濘中獲得解脫，將

使污穢的、令人厭惡的車間加速地變為清潔的、明淨的、不愧為實驗工作人員的工作室”。因此，我們為完全消滅生產中的傷害事故創造了全部的條件，傷害事故將如舊日的遺物——過去不完善的技術和低文化的勞動——一樣地被消滅。

由於大量的人們在生產崗位上接觸着各種的電氣設備，由於觸電事故發生的特殊性和因觸電而引起的後果的嚴重性，我們必須對於這類傷害事故予以特別注意，同時還需要有組織地與之鬥爭。現在在工業中廣泛地運用了各種新型的電氣技術的生產過程（如高頻電流的電氣熔化、表面硬化、乾燥和保存、以及金屬的電火花加工等等），這更肯定了正確解決一切電氣安全問題的必要性。

目的為防止和消滅觸電事故而制定的安全措施，完全是根據我們企業中的實際業務活動、觸電事故的資料統計和技術分析的先進科學經驗的基礎而擬訂的。

目 錄

導言

第一章	觸電事故及其分析	1
第二章	電流對於人體組織的作用	10
	1. 電擊	10
	電流量	11
	電流作用時間的久暫	13
	電流的週率	13
	電流通過人體的途徑	15
	觸電者本身的情況	16
	通過人體的電流的測定	17
	人體的電阻和電導	18
	2. 電傷	26
	灼傷	26
	電的烙印	27
	皮膚的金屬化	27
	混合性的電傷、機械性傷、眼炎以及其他形式的灼傷	28
第三章	觸電的方式	29
	1. 和有電部份接觸	29
	2. 和電氣設備的結構部份接觸,在正常狀況下這些部份並不具有電壓	38
	3. 灼傷發生的情況	39
第四章	電工技術裝置根據發生觸電危險的程度的分類	40
	1. 根據電壓分類	40
	2. 根據周圍的生產環境分類	40

	3. 根據設備的服務人員的電工技術水準分類.....	44
第五章	基本的保安措置.....	45
第六章	電氣設備方面的基本安全要求.....	50
	1. 電氣佈線.....	50
	2. 戶外設備及架空線.....	52
	3. 電氣設備的各組成部份.....	55
	開關器.....	55
	隔離開關器.....	62
	熔斷保護器.....	63
	電動機.....	66
	電磁啓動器.....	70
	電燈.....	73
	降壓變壓器.....	77
	手持電氣工具.....	80
	4. 配電設備.....	83
	工業分電站的配電設備.....	84
	生產工場中的配電設備.....	96
第七章	接地和接中性線.....	100
	1. 概述.....	100
	2. 電壓在 1000 伏以下的設備方面.....	103
	3. 接地(或接中性線)裝置.....	105
	接地極.....	105
	藉廠房和設備的金屬結構部份以接地和接中性線.....	114
	4. 接地和接中性線的設置方法.....	115
	5. 電壓在 1000 伏以上的設備方面.....	120
	6. 計算接地和接中性線的例題.....	124

第一章

觸電事故及其分析

觸電事故雖然比較地還是少數，但是由於它的高的死亡率，所以具有嚴重的意義。根據文件所載，因為觸電而嚴重受傷或死亡的百分率，是遠高於其他形式的事故的。

在避免工業上觸電事故的綜合的措置和方法中，首先應當進行的是對觸電事故作一技術性的分析與統計，這一工作在科學與實際上都具有莫大的重要性。觸電事故的記載是主要的資料，不但使我們瞭解工業企業中實際狀況下觸電的情況和原因，而且使我們瞭解電流對於人體組織的作用。電氣設備在構造上、裝置上及使用方法上的缺點，成為我們研究觸電起因的主要對象。因此，如果將工業上各種觸電事故的情況及其詳細的起因加以及時和完整的統計，那麼對於我們尋求消滅觸電事故的正確的方法是有莫大幫助的。對於觸電事故作更深入的和全面的分析後，可使我們獲得並實現關於電氣安全的預防措置。

然而有時關於觸電的人身事故的報道與記載並不完整，並不令人滿意。這剝奪了進行徹底分析的可能性並使我們不能得到實際上有價值的結論。因此當查考觸電的事故的時候，我們不但要仔細地研究當地的一切情況，並且應當注意報道中全部的基本的特點和細節。

研究觸電應當根據各種個別的具體的狀況，加以正確的統計和分析。為此，我們需要有一整體而合理的統計和分析觸電的方法，並嚴格規定當查考觸電的起因的時候，不但應有醫生和羣衆代表，並且應有電氣專家參加。

由於觸電及其發生的情況可能是很特殊的，因此我們應當考慮到可能引起觸電的任一情況，而不應祇觀察表面。因為即使表面看來情

況相當良好，但仔細研究之下，它們可以指示我們在這種電氣設備中具有何等嚴重的危險，它可以發展而成為很嚴重或甚至死亡的觸電事故。

當研究觸電事故原因的時候，祇有醫務工作者和電氣技術專家們的密切合作，和他們的關於這種不幸人身事件的徹底而正確的報道和指示，方能供給研究觸電問題所必需的材料。而這類材料也正是解決工業電氣設備中裝置和運用的最重要的安全問題的唯一的最好材料。

根據近年來從事觸電事故分析工作的結果，我們得到下列的結論。

觸電事故的最大多數是發生在電壓在 1000 伏以下的、生產工場中的工業設備方面。這現象的所以產生是因為：一方面，工業設備大多數採用 1000 伏以下的電壓；在另一方面，與之接觸的人員較之 1000 伏以上高壓設備方面的工作人員，比較缺乏訓練。因此，對於電壓在 1000 伏以下的工業電氣設備，我們首先需要予以最大的注意，採取迫切而系統化的辦法，以提高和保證這類設備的電氣安全。

根據觸電的性質，“電擊”是佔大多數，在很多情況下並伴之以灼傷。在這種情況之下，為了避免嚴重的後果，具有決定性的重要工作就是我們應有正確而又有效的組織，當觸電事故發生時，立即予以援救。灼傷大約佔據 6-7% 同時它大多發生在電壓高於 1000 伏的設備方面。但當利用指示燈的時候，電壓在 1000 伏以下的設備方面，也引起嚴重灼傷的情況，這點特別指示我們，在電壓 1000 伏以下的設備方面，標準安全電壓指示器是非常需要的。

根據職別發生觸電事故最多的是電氣工作者和產業工人，按工作性質他們最經常與電氣設備接觸——如電氣匠、電焊工作者、電氣起重工作者和工具機工作者等。其他工作者所發生觸電事故祇約佔 9%。

此外，電氣和非電氣的工程技術人員們也同樣曾遭到觸電的不幸事故。

觸電事故發生的環境外表看來是各各不同的，但是所有這種情況的發生，主要地說來是由於一個理由——就是對於電氣安全規則的不夠重視。這樣一來使未經訓練的和服務時間較暫的人員無從成為電氣

安全的保證者。

祇有重視電氣安全規則，然後當接觸電氣工具設備和運用它們的時候，可以避免觸電。很明顯地，不但對於普通的工人同志，而且也同樣對於有相當訓練的專門人才，必須有系統地進行對於工作的學習以保證遵守電氣安全規則。而且對於關於這種安全規則的學識要進行有組織的定期的檢查。

根據對觸電事故進行的分析，我們知道，所有實際上應用的而曾發生觸電事故的電壓是從 65 伏開始的。依照記錄，直流電引起觸電的電壓是 80 伏。在 1000 伏以下的設備方面，觸電事故大部發生在使用 220 伏電壓的時候；發生在 380 伏和 500 伏電壓情況下的却為數較少。發生在 1000 伏以上的電氣設備方面的觸電事故，電壓大抵是通常應用最廣的 3, 6 和 35 仟伏。

在電壓下工作和電氣設備情況不良是主要的引起觸電事故的原因。除此以外，意外地直接或經過金屬以及其他物件而與電壓下的有電部份發生接觸也會造成觸電事故，這平均約佔事故總數的 11 %。

機械性的受傷，一般發生在當進行處理電氣設備時，與支持物同時壓下或從高處摔下，所佔的百分數不多。少數的觸電事故是當利用電氣器具以處理戶外設備時或檢查電壓障故時發生的。

根據電氣設備的各種類別，從下列方法進行分析的結果，我們可以基本上獲得觸電事故發生的情況。

配電設備 這類觸電事故主要是發生在電壓高於 1000 伏的電氣設備方面，那就是說在高壓分電站方面。事故的發生大部是由於當進行工作時沒有得到許可命令和沒有將電壓移去；這類工作例如在電壓下進行清潔絕緣子，檢查隔離開關器的觸點、檢查保護繼電器、檢查油開關、加油以及進行臨時性接地和在電壓下進行裝置或拆除電氣設備等。所有這類情況都是直接嚴重違反安全工作規則的。安全工作規定：首先，按許可命令組織工作，撤除工作部份的電壓，帶電部份進行臨時性的接地，靠近有電設備部份樹立保安護屏等等。

有時也曾發生無關的業外人，原不允許進入配電設備工場的，竟然也受到觸電的不幸；這表示是缺少適當門鎖與防護而形成的。

電壓在 1000 伏以下的配電設備方面發生的觸電事故是相當少見的。它們的發生大都是當清潔配電屏、揩拭灰塵或靠近配電屏進行裝置工作時，和配電屏的有電部份接觸而遭致的。

架空網絡 在這方面的觸電事故主要是由於進行工作時沒有將線路停電或撤除電壓。很多事故是由於導線折斷，或意外接觸到絕緣破碎的導線而引起的。當在架空線路上工作時，也發生機械性的創傷，這是由於不利用防護腰帶和腳扣，工作者從電桿或其他支持物上失足跌下而受傷。

所有上面所討論的在配電設備方面和架空網絡方面的觸電事故都是可以設法避免的，祇要我們進行有組織的措置以保證安全規則的執行，同時使設備本身具有正確的裝置（例如應用門鎖、按照足夠的機械強度以正確地選擇導線的截面、電桿和支持物的情況應當良好等等）。

在架空網絡方面所發生的觸電事故有各種不同情況，它們是由於和架空網絡的導線或戶外設備的導線發生直接接觸而引起的。這裏舉幾個例子。

由於導線缺少遮掩，某裝卸工作者與之接觸因而觸電。某油漆工作者，油漆屋頂時，接觸 220 伏的電線而告觸電。某女泥水工作者在進行砌牆工作當將跌下時一手捏住身旁電線竟而觸電。

這些觸電事故是可以避免的，在某些情況之下，祇要在工作地點對可能碰到的導線都作臨時性的防護措置。但在一切情況之下，對於工作的進行應有良好的組織，導領人員應當負責巡視。

屬於這一類的觸電事故，還有是經由金屬或其他物件意外地接觸到有電部份而造成的。這類情況的發生有下列幾個不同的實例：它們發生於當各類設備、運送器、金屬物件等移動的時候。例如當搬運某變壓器棚時，擦及 6 千伏電壓的導線；結果一人觸電，三人嚴重灼傷。某搬運工作者用頭頂運送金屬床架時，床架擦及電燈導線，亦告觸電。某

泥水工作者其所持鐵器一端不慎觸及 6 仟伏的傳輸電線，而發生觸電。在靠近 6 仟伏傳輸線的某地當進行裝置烟囱牽索的時候，牽索中斷而落於該傳輸電線上，結果三人觸電。這種種以及與之類同的許多不幸人身事故是可以避免的，祇要我們對工作的進行有完善的組織，並於執行時有嚴格的檢查制度。爲了避免這類事故，而將導線懸得更高，有時是並不可能的。

電氣佈線 在電氣佈線方面發生觸電事故有兩個理由：在電壓下進行佈線工作或是缺少必需的絕緣設備，和有電部份易被接觸的緣故。爲了避免這種類似事故，我們必須嚴格禁止在電壓下進行任何裝置和修理的工作，同時必須使絕緣設備的情況良好。

電纜 因接觸電纜而發生的觸電事故是由於絕緣的受損或擊穿，或由於在電壓下進行裝置工作。當在電壓下遷移電纜時也曾發生觸電事故。由於電纜的絕緣被擊穿而引起的觸電事故，如果電纜外壳接地的話，是可以免除的，因此這種接地方法同樣有效地可被施行於任何物件，這類物件如果沒有適當地接地，往往會引起觸電的事故。

意外呈現電壓的金屬物件 這類金屬物件是管子、鋼索、絆釘、牽索、錨索等等。它們並不是電氣設備的一部份，也沒有接地。我們可以舉出下面的例子：某捕魚者，當向碼頭進行碇泊時，觸及意外呈現 220 伏電壓的錨索而告觸電；某船舶工作者，在進行鍋爐檢修工作，從高處下來時，一手握上鐵絆釘，不料該鐵絆釘意外地呈現着 220 伏的電壓而告觸電。像上述的觸電情況是完全可以避免的，假使電氣佈線的絕緣是很良好的話。

未接地或接地狀況不良 電氣設備的金屬結構部份，由於絕緣損傷而意外呈現電壓，也能造成觸電事故。這類觸電的事故是由於電動機、工具機、電氣佈線管等沒有進行接地的緣故。所有這些情況說明了在工業設備方面可靠的保安性的接地裝置是必需的。和這類事故相類似的又有所謂由於“跨步電壓”而引起的觸電事故，所謂跨步電壓一般發生於泥沼地帶，是設備接地時所呈現的特殊現象。

電鑽——攜帶式受電器 使用電鑽時所發生的觸電事故，大都是由於電鑽的外殼沒有接地的緣故。電鑽的這種缺點完全是由於插座連接上沒有接地觸點而導線中也沒有專門接地用的另一股接地導線。但有時也可能發生這類情況，當電氣工作者一手利用具有接地導線的電鑽進行工作時，不慎觸及連接這一電鑽的閘刀開關器的有電部份，仍會引起觸電。因此關於運用電鑽的安全問題，要獲得圓滿的解決祇有一面將它的外殼安全接地，另一面又要利用具有接地觸點的插座連接安全地使之插入電源網絡。

和上述相類似的情形，如使用移動式電氣設備的時候（例如鼓風機、泵等），也可能引起觸電事故。沒有接地和不用相當的插座連接，而將它們接上電源，就是造成觸電事故的緣由。因此當使用這類移動式受電器的時候，必須採用像上一節所述的關於電鑽的安全使用方法。

閘刀開關器 在工業設備中，敞露式的閘刀開關器，雖然操作規則是嚴格禁止將這種開關器用在生產工場中的，但事實上還有採用的而且常成為觸電事故的起因。當在電壓下修理它們，或者由於它們的外殼沒有接地，就會引起觸電事故。電磁啓動器不具護壳，也往往造成觸電事故。例如某工人同志當用金屬推車搬運物件的時候，不慎將車角觸及具有電壓的電磁啓動器的接觸點，結果形成觸電事故。

攜帶式電燈（我國俗名行燈——譯者） 規定條例中有這樣的一項，就是在工業生產情況中所用的攜帶式電燈應當採用安全電壓的。然而仍然有些觸電事故，是當在特別危險的工作情況下利用了120-220伏的攜帶式電燈而引起的。所謂特別危險的工作情況是指在鍋爐、金屬筒、橫烟道、房屋鋼結構、鹽棧和鑄造工場等內工作的情況。若干事故的發生是因為在電壓下進行修理和裝置攜帶式電燈的佈線而引起的。曾有一次，由於缺少插座，工作者試將攜帶式電燈直接接上滑接饋線而造成嚴重的機械性創傷。

固定的照明設備 這方面的觸電事故主要發生在當調換燈泡的時候，接觸到意外具有電壓的燈頭。有時由於接觸到意外具有電壓的金

屬燈座，也會造成觸電。也曾有這樣的觸電事故，電燈裝在人體接觸得到的高度，由於接觸這燈的護網而告觸電。這實在是由於裝置不良，護網上有電壓所致。

電銲設備 在電銲方面所發生的觸電事故，有各種不同情況：有時發生在直接進行電銲工作的時候，有時發生在連接電銲變壓器到電源網絡的時候。

讓我們特別注意這種曾經發生的事故：某次當電銲變壓器被錯誤地連接（反接）到電銲電源電路的時候，結果得到的電壓不是 65 伏而是 700 伏；再有一次電銲變壓器被直接接到 6 仟伏的高壓電源方面，而造成事故。這就是說我們必須有特殊設計的設備以保證電銲變壓器接入網絡時的安全，同時並保證進行電銲工作時的安全。後者是可能獲得解決的，祇要採用電的聯鎖方法使最危險的事情——在電壓下調換電極——不可能發生。在某些情況中，觸電事故的所以形成是由於電銲變壓器的外殼缺乏保安性的接地。採用這類接地對於電氣設備而言，是獲得安全的基本要求。對電銲設備而言，我們不但要求電銲變壓器能安全地接入電源網絡並且同時要使之接地。

電爐 處理電阻爐時可能發生觸電事故，其理由之一是由於構造上的缺點，就是發熱元件並不掩護週到以致當向爐中進料或從爐內取料時，容易與之接觸而發生事故。在電弧爐方面所發生的觸電事故，是由於從變壓器到電弧爐間的佈線缺乏適當的保護，以致工作者容易與之發生接觸而造成事故。除此以外，也有發生嚴重灼傷的事故的，起因於在負載下錯誤地開斷電爐變壓器高壓方面的隔離開關。最後，也有些觸電事故是這樣發生的，當利用電爐使工場加熱時，由於電爐缺乏保護外殼或者它的有電部份易被接觸，因而形成事故。

為了避免這類事故，我們必須改進電阻爐的構造，使當運用這類電爐時，其有電壓的發熱元件是不可能被接觸到的。實現這目的的方法可將發熱元件適當地妥為安置，或者裝置聯鎖設備，使當電爐的門開啓時，電源即被開斷。對於電弧爐而言，在高壓方面，其隔離開關與油開

關之間應當裝置聯鎖設備。從變壓器到電弧爐分佈在生產工場中的佈線，必須加以適當的保護以防發生意外的接觸。

一切應用於加熱或其他目的的電爐，均應具有適當的保護外壳，以避免人們與其有電部份發生接觸。

電動起重機 在電動起重機方面所發生的觸電事故，基本上是發生於在電壓下修理它們的時候。因此我們鄭重指出，在這裏必須按照電動起重機規則裝有控制設備，使當起重機架意外地呈現電壓時，滑接輪即從電源自動地開斷。除此以外，提高起重工作者與修理工作者的警惕性也是需要的。

配電屏或箱 配電屏或箱如果結構上有缺點，或者其屏前屏後的有電部份容易被人們接觸到，就常易引起觸電事故。配電箱的護蓋如果沒有上鎖，那末人們可能利用這箱來藏些額外物件，以致引起觸電事故。所以我們必須製造結構安全合理的配電屏或箱（電力的、照明的）以適用於各種不同的生產工場中（例如乾燥的、潮濕的、多塵的、易有火災危險的等等）。

熔斷保護器 在處理熔斷保護器時所發生的觸電事故普通是由於在電壓下（1000 伏以下的設備方面）用裸手進行調換工作，既不帶絕緣手套，又沒有用絕緣鉗子的緣故。有時在電壓下進行修理它們的時候，也曾引起過觸電事故。

在處理管式熔斷保護器時，如果在電壓下進行（1000 伏以下），則必須帶上絕緣手套，除此以外，還應當利用適合於該項電壓的絕緣鉗子。

以上所講各種事故指示我們引起觸電事故的各式各類的情況。但是從技術性的分析上看來，本質上主要是由於低估了電流的危險性，以致技術教育和技術檢查都做得不夠，而電氣設備本身的情況也欠優良。

為消除或防止觸電事故，我們必須進行下列的措置。這些措置，對於一切工業而言，都具有莫大的重要性。我們必須高度地推動關於電氣安全的宣傳。我們應當在現代科學和技術的水準上，向企業中的職

工同志以及學生們普及關於電氣安全的問題（電流和電磁場對於人體的作用及其防護方法）。因此在企業中，除了一般性的教育以外，還應當研習適合於該業具體情況的電氣安全規則。在高級技術專校中、中等技術學校中、工藝學校中和普通中學的最後班都必須列電氣安全為必修課程，根據專業的不同而決定是項課程的性質和內容。電氣安全的基本措置對於工人、工程技術人員甚至普通居民都應當很熟悉的。

在一切企業中，對於觸電事故必須按照整體的合理的方法，進行技術性的分析以便系統地揭露一切電氣設備結構上、裝置上以及處理方法上的缺點。這樣分析（觸電事故的起因、環境等）的結果應當曉諭該企業的電氣技術人員和工人們，這對於必須遵守訂立的電氣安全規則，提供了無可爭辯的證據。

在嚴格規定的時期進行例行的或有計劃的檢修，使工業企業的電氣設備情況完全符合安全條例，這樣使觸電事故無從發生。為保證這類措置的實現，推行羣衆性的批評是很有幫助的。

在一切企業中應強制規定每日的以及定期的檢查制度，使得電氣設備的運用、絕緣和接地（或接中性線）能夠良好。

檢查、覆驗和測量的結果都應當記錄於文件上，並在最短時期內移去一切狀況不良的設備和從電氣安全的立場看來是不適合於該地具體情況的任一設備。任何企業都需要根據其工業電氣設備的裝置和運用，訂立整套的安全規則並進行標準的指導工作。

我們的黨和政府所大力推行的健全的和具有高度生產效能的勞動政策，保證我們在消滅工業中的觸電事故的鬥爭中得到圓滿的勝利。

第二章

電流對於人體組織的作用

電流對於人體組織的作用是複雜的、多種形式的；因此，對於這方面而言觸電事故和工業上其他性質的傷害是有很重大的區別的。

電流對於人體的作用有熱的性質的（灼傷）、機械性質的（組織受傷、骨骼折斷）和化學性質的（電解）。除此以外，電流還有生物學上的作用，能夠破壞生物組織所特別具有的、有關生活力的電的過程。一切因電流作用而產生的各種不同的創傷，可以是內部性質的或者是外部性質的。換句話說，觸電可以分為“電擊”和“電傷”兩種：電擊是指當電流通過時，人體組織整體受“擊”；電傷是指外部局部性的創傷（灼傷、皮膚金屬化、電的烙印等）。

除此以外，所謂電傷實際上還有很多是由於當處理電氣設備時，從高處跌下或其他理由所產生的純粹機械性質的創傷，雖則從電流作用的觀點嚴格地說，這是和電流無關的。但是不少的這種傷害事故完全是由於電氣設備方面的不良情況或維護工作進行時的缺點所形成的，因此，我們把它算作直接的電傷，在獲得工業電氣設備的安全觀點上是有其重要意義的。

1. 電 擊

從所有的觸電事故的形式看來，危險性最大的是電擊。

關於人體因電擊而喪失生命這一問題，存在着幾種說法。第一種說法：因為呼吸中樞受害，所以在數秒鐘內立即死亡；第二種說法：由於電流使心臟機能破壞，以致死亡；第三種說法：由於電流直接作用的結果或者反射作用的結果，使得神經系統受害而死亡。這些理論是互相

差異的，因為人們僅是將從在動物身上所做實驗的結果，來推論人體死亡原因的緣故。

有些實驗是在狗身上舉行的，電流的作用使心臟震顫，如果電流繼續，使心臟機能不能恢復，最後引起死亡；因此我們有上面的第二種說法：在電流的作用下，首先破壞的是心臟。有些實驗是在其他動物身上舉行的，例如兔子、豚鼠和鼯鼠，發覺心臟震顫後是可以恢復到正常工作狀態的，結果是呼吸機能受害後方才死亡，因此我們有上面的另一種說法。對於人體而言，電擊促使人體死亡的最正確的原因完全是由於電流對於神經系統的複雜性的傷害作用。因此，最可置信的理論如下，電流作用於管理心臟和呼吸機能的腦神經中樞，結果使心臟的正常工作遭受破壞，或者使呼吸停止。這是電流對於人體致死的主要症候。

根據關於觸電的無數的科學的鑽研，和已往事故資料的研究，我們知道影響觸電事故結果的最重要的因素，是(1)通過人體的電流量，(2)電流作用時間的久暫，(3)電流的週率，(4)電流通過人體的途徑和(5)觸電者本身的情況。

電流量

我們如果要決定經過人體的安全電流值，那末首先要看電流作用時間的久暫。“安全電流”這個名詞的意思，嚴格地說，是安全能得到保證的電流，也就是說，當電流通過的時候，觸電者本人自主地和電極擺脫是可能的。一般認為工業週率的交流電流的最大的可擺脫的電流值平均等於15-20毫安。

當直流電流通過時，手掌內部感覺發熱，肌肉微呈緊縮。實驗證明人體對於直流電流的能容忍的極限值是低於直流電流的安全可擺脫值的。一般認為直流電流的最大可擺脫值平均等於60-70毫安。因此安全可擺脫電流值和條件安全電流值是有區別的，後者祇有當電流迅速被開斷時，方才不致產生嚴重的後果。

很顯然地，從以上所述觀點看來，當觸電事故發生時，我們必須正確地有組織地給以立即的援助——使觸電者迅速脫離電源，這是有着