

科學圖書大庫

實用固態電路故障檢修手冊

譯者 劉志放 黃國義

徐氏基金會出版

科學圖書大庫

實用固態電路故障檢修手冊

譯者 劉志放 黃國義

徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

科學圖書大庫

監修人 徐銘信 科學圖書編譯委員會主任委員
編輯人 林碧銓 科學圖書編譯委員會編譯委員

版權所有

不許翻印

中華民國六十七年一月二十日再版

實用固態電路故障檢修手冊

基本定價 2.60

譯者 劉志放 國立成功大學電機研究所碩士
黃國義 台灣電力公司電力研究所電機工程師

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝惠顧。

(63)局版臺業字第0116號

出版者 財團法人 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686 號
發行者 財團法人 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第 1 5 7 9 5 號
承印者 大興圖書印製有限公司 三重市三和路四段一五一號 電話 9719739

我們的工作目標

文明的進度，因素很多，而科學居其首。科學知識與技術的傳播，是提高工業生產、改善生活環境的主動力。在整個社會長期發展上，乃對人類未來世代的投資。從事科學研究與科學教育者，自應各就專長，竭智盡力，發揮偉大功能，共使科學飛躍進展，同將人類的生活，帶進更幸福、更完善之境界。

近三十年來，科學急遽發展之收穫，已超越以往多年累積之成果。昔之認為若幻想者，今多已成為事實。人類一再親履月球，是各種科學綜合建樹與科學家精誠合作的貢獻，誠令人無限興奮！時代日新又新，如何推動科學教育，有效造就科學人才，促進科學研究與發展，尤為社會、國家的基本使命。培養人才，起自中學階段，此時學生對基礎科學，如物理、數學、生物、化學，已有接觸。及至大專院校專科教育開始後，則有賴於師資與圖書的指導啟發，始能為蔚為大器。而從事科學研究與科學教育的學者，志在貢獻研究成果與啟導後學，旨趣崇高，彌足欽佩！

本基金會係由徐銘信氏捐資創辦；旨在協助國家發展科學知識與技術，促進民生樂利，民國四十五年四月成立於美國紐約。初由旅美學人胡適博士、程其保博士等，甄選國內大學理工科優秀畢業生出國深造，前後達四十人，惜學成返國服務者十不得一。另曾贈送國內數所大學儀器設備，輔助教學，尚有微效；然審情度理，仍嫌未能普及，遂再邀請國內外權威學者，設置科學圖書編譯委員會，主持「科學圖書大庫」編譯事宜。以主任委員徐銘信氏為監修人，編譯委員林蒼鏗氏為編輯人，各編譯委員擔任分組審查及校閱工作。「科學圖書大庫」首期擬定二千種，凡四億言。門分類別，細大不捐；分為叢書，合則大庫。為欲達成此一目標，除編譯委員外，本會另聘從事

翻譯之學者五百餘位，於英、德、法、日文出版物中精選最近出版之基本或實用科技名著，譯成中文，供給各級學校在校學生及社會大眾閱讀，內容嚴求深入淺出，圖文並茂。幸賴各學科之專家學者，於公私兩忙中，慨然撥冗贊助，譯著圖書，感人至深。其旅居國外者，亦有感於爲國人譯著，助益青年求知，遠勝於短期返國講學，遂不計稿酬多寡，費時又多，迢迢乎千萬里，書稿郵航交遞，其報國熱忱，思源固本，至足欽仰！

今科學圖書大庫已出版一千餘種，都二億八千餘萬言；尙在排印中者，約數百種，本會自當依照原訂目標，廣續進行，以達成科學報國之宏願。

本會出版之書籍，除質量並重外，並致力於時效之爭取，舉凡國外科學名著，初版發行半年之內，本會即擬參酌國內需要，選擇一部份譯成中文本發行，惟欲實現此目標，端賴各方面之大力贊助，始克有濟。

茲特掬誠呼籲：

自由中國大專院校之教授，研究機構之專家、學者，與從事工業建設之工程師；

旅居海外從事教育與研究之學人、留學生；

大專院校及研究機構退休之教授、專家、學者

主動地精選最新、最佳外文科學名著，或個別參與譯校，或就多年研究成果，分科撰著成書，公之於世。本基金會自當運用基金，並藉優良出版系統，善任傳播科學種子之媒介。尙祈各界專家學人，共襄盛舉是禱！

徐氏基金會 敬啓

中華民國六十四年九月

譯 序

固態電子學及技術迅速發展，令人嘆爲觀止，自1948年電晶體研製成功，至今不過二十餘年。積體電路高度發展，應用範圍日益廣泛，從家電產品乃至於龐大複雜的電子計算機，其成就可謂「神奇」了。

在此電子科學突飛猛進的今天，電子技術日新月異。一位成功的維護人員，必須隨時吸收新知識，才不至於落伍。坊間有關此類書籍，不是取材太舊，就是太偏於理論，而能像此書有系統、且理論實例相輔並濟者，實不多見。譯者有鑑於此，是以決意將此書譯出，以利國內從事故障檢修人員研讀。

本書內容最大特色爲著重實際；理論部份深入淺出，而實作部份詳盡透徹。研讀本書不必具備高深電子學學理基礎，蓋本書說理絕無艱澀深奧之處，解說亦無繁雜難懂之弊，誠如原作者所序：爲廣泛技術階層人員所寫。

本書翻譯期間，承蒙至友黃飛先生多方提出寶貴意見，陳筱玲小姐謄稿及校對，謹此一併深致感激之意。因譯者平日工作忙碌，只有利用公餘時間譯述此書，匆促付梓，疏誤之處在所難免，尚祈國內諸先進專家不吝指正，是幸。

劉志放
黃國義

譯序於電力研究所

中華民國六十四年十一月三十日

原 序

固態裝置與真空管裝置的故障檢修技術大不相同，同樣的，數位電路的故障檢修技術亦不同於線性電路。

基本的電子故障檢修方法（症狀之決定，故障電路位置之確定、不良部分的隔離等）對所有式樣的電子裝置都很有用，同時也有一系列的實用故障檢修技術，可以運用在固態以及數位電路，這些都經過長期的證實是正確的。

以往，收音機與電視服務員常依賴更換真空管為故障檢修的方法，因而，常假設大半的收音機、電視毛病是因為真空管損壞，而可藉更換來修理，然而，這種假設對固態裝置則不行，電晶體很難更換，積體電路更難，要作更換前必須確定毛病在某一個體或零件上。

同樣的，當作個別分析時，用在數位裝置（計算機、數位控制、遙測計算）的邏輯電路是很簡單的，可是就算是一最簡單的計算機，也是由成千成百的這些電路組合成的，這樣巨大的網路就變得像「電子惡夢」(electronic nightmare)了，非得採用特殊的故障檢修技術加以處理不可。

本書的一大目的是彌補固態及數位電路理論上的不足，並實際指導如何作好故障檢修工作，本書不是作對半導體理論的複習，也不是對故障檢修理論的一種簡介，而是一本專門針對電路及元件故障的技術書，本書主要乃為技術工作與修護服務之工程師而寫，同時也可作為一即將面臨每天都有故障檢修的人之最有用指導。

第一章為最基本的故障檢修技術（症狀評估，故障隔離等），特別強調它用在固態及數位電路方面。第二章說明固態故障檢修時測試裝備與手工具之應用，本章很是重要，因為固態電路故障定出最好的方法是分析測試結果（示波器之波形，輸入電壓所響應之電壓與電阻的量度等），不合邏輯的電晶體電路電壓或不正常的波形常可指出固態電路的毛病，本章同時包含了固態與積體電路（IC）裝置之結構，以及其所關連的特別故障檢修與服務的問題（當IC為整個“系統”之基本時，常需移換IC），這類問題的探討解決了許多技術上面臨的難題——固態電路結構的密度太高，及數位電路的模板觀念。

V

第三章、第四章專門探討數位裝置，第三章簡介了數位電路，說明如何看一個邏輯圖，第四章則說明應用於數位電路的故障檢修技術。

第五章講的是實驗室與工業裝置的基本電路之故障檢修技術，第六章整個針對固態電視。

此書假設讀者已經讀過作者的“實用半導體手冊”(Prentice-Hall, Inc., 1970)，有了固態電路的基礎，同時也假設讀者看過作者另一本“電子測試裝置手冊”(Prentice Hall Inc., 1971)，有了基本測試裝置的知識；但是要了解本書、利用本書並不需要直接參考上述二書。

作者從許多製造廠商得了不少幫助，謹此致以謝意，尤其感謝惠普公司(Hewlett-Packard)，德昌電子(Textronic)，仙可(Sencore)，全錄公司(Xerox)的大力協助，本書在飛歌技術學院完成，並由Prentice Hall出版，對理論的故障檢修有很卓越的說明。

JDL

目 錄

譯 序 原 序

第一章 基本故障檢修技術

1-1 基本故障檢修程序·····	2
1-2 故障徵狀分析·····	5
1-3 局限故障在一模板中·····	9
1-4 孤立故障線路·····	20
1-5 確定故障所在·····	34

第二章 基本固態電路故障檢修

2-1 測量電路中電晶體電壓·····	44
2-2 電晶體電壓故障檢修·····	46
2-3 通用電晶體故障表·····	47
2-4 測試線路上電晶體(前向偏壓法)·····	49
2-5 電晶體測試器·····	51
2-6 電晶體線外測試·····	52
2-7 二極體線外測試·····	53
2-8 測試其他各式固態元件·····	54
2-9 測試 IC·····	55
2-10 固態設備檢修工具·····	57
2-11 固態電路檢修注意事項·····	69
2-12 固態電路振盪器偏壓問題·····	71
2-13 漏電對放大器增益的效應·····	73

2-14 固態電路上的電容·····	75
2-15 電阻和冷銲接點低電壓的效應·····	77

第三章 數位電路

3-1 邏輯符號學·····	79
3-2 二進位邏輯·····	79
3-3 二進位數·····	80
3-4 二進位碼十進位系統·····	81
3-5 基本數位邏輯元件和符號·····	82
3-6 邏輯符號的修改·····	83
3-7 及閘·····	85
3-8 或閘·····	87
3-9 非及閘·····	89
3-10 非或閘·····	89
3-11 互斥或閘·····	90
3-12 編碼閘·····	91
3-13 放大器,反相器和分相器·····	91
3-14 正反器·····	93
3-15 複振器·····	99
3-16 延遲元件·····	101
3-17 邏輯符號識別·····	101
3-18 邏輯方程式·····	106
3-19 數位元件的應用·····	106
3-20 計數器/讀出器和除法器電路的動作過程·····	107
3-21 類比和數位資料轉換·····	112

3-22 儲存暫存器·····	118
3-23 移位暫存器·····	121
3-24 符號比較器·····	121
3-25 加法器·····	123
3-26 比較電路·····	126
3-27 多線編碼器和群碼器···	127

第四章 基本數位電路之故障檢修

4-1 數位電路測試裝備·····	129
4-2 基本數位測量·····	136
4-3 數位裝置檢修手冊·····	151
4-4 數位裝置故障檢修實例·····	159

第五章 實驗室及工業設備之故障檢修

5-1 基本同授放大器·····	165
5-2 基本運算放大器·····	169
5-3 基本積分器(有運算放大器)·····	183

5-4 基本差動放大器·····	185
5-5 基本電源供應·····	189
5-6 維恩電橋電路·····	192

第六章 電視接收機之故障檢修

6-1 低壓電源供應電路·····	195
6-2 高壓供給電路及水平輸出電路·····	201
6-3 水平振盪器與激勵級···	210
6-4 垂直掃描電路·····	217
6-5 同步分離電路·····	224
6-6 射頻調諧器電路·····	228
6-7 中頻及視頻檢波電路···	234
6-8 視頻放大器及映像管電路·····	238
6-9 自動增益控制(AGC)電路·····	245
6-10 聲音中頻及聲頻電路···	247
索引·····	251

第一章 基本故障檢修技術

本章提供各種電子設備的基本故障檢修技術，並作一總結或複習，不論是那種電路，都需要用邏輯的方法去尋找和改正任何毛病。有些故障檢修，不論是固態、數位、積體或其他電路，需要利用一些複雜和簡單的工具。

例如使用任何電子設備或系統，你必須知道這設備在正常狀態（Normal condition）下是如何工作的，也就是說你必須研究設備在正常使用時每一電路是如何工作。研究設備（Studying the equipment）意指幾種不同的事情，假如設備是軍用的或工業用的，說明手冊必須包含所有種類的資料（操作原理，操作和測試手續，使用規格，零件表和方塊圖），假如設備是娛樂性的（電視、收音機、擴音機等），資料單或說明書通常很有用的。這些資料單雖然沒有像技術手冊上詳盡的描述，但卻包含了適合此類設備的濃縮資料（圖表、波形、電壓／電阻資料，和測試手續），即使沒有資料單，大部份的家庭娛樂設備也準備有方塊圖顯示一些波形和電壓／電阻資料。

不管利用那一種資料，在試圖檢修故障設備之前，必須徹底地研讀。（在很少的情況下，沒有資料可以研讀，假如你曾在此種情況下維護設備，你將會瞭解技術資料的價值並且徹底研究）。

你必須知道所有控制和調整的功用和如何去操作。通常出現嚴重毛病的情況為操作錯誤的結果，由於設備的年限，一些調整也處於危險情況。在任何情況，技術員必須具有操作設備做好工作的能力，當然，並不期望技術員像專門程式師一樣會使用電腦（雖然這對他有幫助）。但操作員必須能依操作的正常順序設定控制，並且觀察適當操作下設備工作情況。複雜的設備，在手冊或資料單上都有操作手續，而簡單的設備，操作手續很顯然的（希望如此）或是標準化的（如電視、擴音機等的操作手續）。

你必須知道如何用測試儀器去進行測試／調整手續，假如你不能有效地利用電子測試儀器，你將會失敗。有些設備需要特殊的測試工具（如利用立體音響產生器檢查立體音響接收機，光譜分析儀測試微波等），雖然如此，大部份的故障檢修過程可藉著三種基本的工具來完成：儀表（VOM 和／或電子儀表），示波器，信號源（射頻產生器、音頻產生器、脈波產生器等）。假如你還未熟悉這些工具，你最好先徹底練習測試設備和它的應用。（這些資料可參考作者著的示波器手冊：原理和應用 Prentice-Hall, Inc, Engle-

2 實用固態電路故障檢修手冊

wood, Cliffs, N. J., 1968; 電子測試儀手冊 Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, H. J., 1971; 和實用電子測試和計量手冊, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N. J., 1969)。

一旦故障被找出，你必須知道如何利用工具去修理它。大部份的修理都可用基本工具（銲接工具，老虎鉗，螺絲刀等），雖然如此，某些設備和電路必須用特殊技術；如印刷電路板的修理和 IC 的移下與更換就是典型的例子。這些手續和其他某種特殊修理技術將在下一章說明。

你必須能夠替修理好的設備作最後檢查手續。不管修理是如何的簡單，這一步驟是絕對不可省略的，有時一個故障是另一個故障的結果，如果此兩個故障無法消除，問題永遠存在那裏，一個最佳的例子就是兩點間間歇性的短路和電弧將會燒壞印刷電路板上的電阻或整個 IC，為了做好最後檢查，仍然需要去了解設備和它的操作手續（此可在技術手冊和資料單上找到），通常設備若能按次序進行它所有的動作功能，那麼它可以說修好了，可供使用，在某些特殊情況，你也許需要操作員，試用後，再做設備工作情況報告（如複雜的電腦或類似的設備），修理後設備的最後檢查也能指出控制需要重新調整的地方。

最後，你必須能夠很合邏輯地去分析不正常工作設備的資料，並且應用系統、邏輯地步驟去找出問題。簡言之，你必須去想一！本書的目的是在提供你使用邏輯和系統的方法去檢修任何電子設備，和特殊設備的特別檢修方法，但是並不能使你去想！

1-1 基本故障檢修程序。

基本故障檢修程序有四個步驟：(1)分析故障的徵狀，(2)局限故障（Localize）在一完整功能單元（Functional unit）或模塊（Module）中，(3)在一模塊中，孤立故障（Isolate）電路，(4)定出故障（Locate）所在。

在非常簡單的設備或只有一個功能單元的設備中，步驟 2 可以省略。

1-1.1 分析故障的徵狀

分析故障徵狀的第一步驟就是自問你自己是否懂得徵狀，你能認知不正常的動作或工作不良的情況嗎？你知道這設備是被期待做什麼嗎？假如答案是否定的，研讀說明手冊或和操作員討論徵狀，當然，有時須修正以吻合情況。

例如，假如你正在修理收音機，顧客抱怨說：“它突然地發出很可笑的聲音”，顯然地徵狀為失真，你可以打開收音機，轉到一個電臺，很快的檢查徵狀。但不幸地，假如你是修理數位裝置，而操作員說：“讀數老是從 003 跳

到 001”，這徵狀即不明顯。除非你經常修理此類設備並且有一套找出故障的方法，否則你必須研讀手冊並按著正確的操作手續去證實徵狀。假如它不再產生，那已消除了操作員的問題。

1-1.2 局限故障在一模板中 一旦徵狀已被證實和分析後，下一個步驟便是局限故障到設備最可能的功能單元上，此處所謂的功能單元表示在設備上特殊地區進行的電子動作，譬如通訊用的收發機 (Transceiver) (如汽車民用無線電組「Mobile citizen's band unit」)，其功能單元包括發射機、接收機、電源交換網路。這些單元也許分開裝置在底板或模板上，而用線聯結在共同的底板；也可能所有的單元都裝置在一個底板上。在更精緻的設備，模板互相分開而用電纜連接起來。其他情形，功能單元則裝置在可插入共同底板的印刷電路卡或板子上。

不管是那種結構，你必須知道每一功能單元是如何動作的，如此才能有系統，合邏輯的方法去局限故障，由這些知識，你才能把故障和先前所生的徵狀聯想起來。事實上，你已能指出發生故障最可能的地方。

利用上述收發機的例子，若故障發生在發射機 (接收機正常)，則最可能的原因是由於發射單元或模板故障，天線交換網路為次可能的原因。

假如徵狀正好相反 (發射正常，接收不到)，則接收模板為先要仔細檢查的。假如發射和接收都失效 (或不正常)，則從電源和天線交換網路，其中之一開始檢查。

記住！局限故障在一模板並不表示故障一定在此，有時，在甲單元發生的故障，其徵狀也許出現在乙單元。同樣地，功能單元的動作也是互相關聯的。

基於此點，複雜的設備都有功能方塊圖 (Functional block diagram) 此將在以後討論。

1-1.3 孤立故障電路 當故障被局限 (經過分析) 在單一功能單元後，或只有一功能單元，下一步驟便是在此單元中孤立故障電路。假如此單元只有一單一路徑 (如發射機、接收機、放大器等)，可沿此線路追蹤信號 (利用示波器或儀表) 或加信號在線路上去孤立問題。譬如發射機模板由振盪器 / 倍波器 / 放大器組成，振盪器和倍波器產生正常的輸出 (當用射頻試筆測量顯示在示波器或儀表上者)，而整個發射模板却沒有輸出，則放大器電路將是最可能的原因。

某些設備有固定的指標和測試點，此不管在何處皆甚有用；其他的設備，雖然沒有測試點，但在電路中却有可供追蹤加入或測量信號的邏輯點。譬如：電晶體的基極就是電路的邏輯輸入點，而集極和／或射極是固態電路的邏輯輸出點。

當然，有時並不可能利用信號代替法和／或追蹤信號法去孤立故障到一特別電路上。電源電路就是一個很好的例子，因為電源電路並沒有如上所述的信號路徑。在此種電路裡，必須利用電壓測量法來孤立故障，也就是說，檢查電壓上的電路是否正常。

1-1.4 在電路裡定出故障點 一旦故障被追查到一電路上，故障檢修最後一個步驟（在真正去修理和最後檢查之前）是定出故障元件，這並不是要你把電路上每一個零件取出測量（雖然在極端的情況下，也許需要如此做）。事實上，是利用視覺、嗅覺、聽覺和普通常識作電路的外觀檢查找出故障元件，尋找燒焦或燒壞的元件和冒煙、孤光或過熱的元件。假如你看不出故

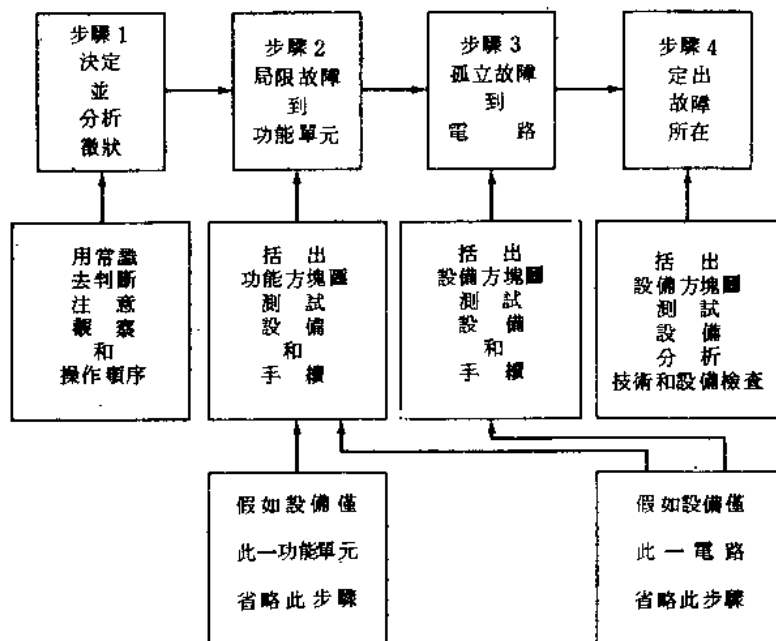


圖 1-1 基本故障檢修順序摘要

障所在，下一步驟即用示波器測量波形和說明手冊或資料單比較。當然，並非每一電路皆有波形，有時連有波形和信號路徑的電路，最後也需要依賴測量電壓／或電阻來尋找故障。

固態電路的設備，測量電壓比測量電阻更有效。主要原因是假如加一適當電壓在電晶體元件，則將有電流通過，譬如：假如用歐阻表測量射極電阻，而電阻的一端被圍到基極（甚至經由另一電阻和共同接地點），電晶體的基—射接合面可能成為前向偏壓，使電流流經接合面和並聯於欲測的射極電阻上的電阻。

基於此理由，以後幾章很多故障檢修的資料是利用測量電晶體的電壓（當然，還要加上測量波形）。

1-1.5 基本故障檢修順序摘要 基本故障檢修順序如圖1-1摘要。至於每一步驟詳細的討論將要比章以下幾節說明。

1-2 故障徵狀分析

故障徵狀分析的方法是先觀察故障徵狀，然後問（自己或操作員）有關徵狀的問題，在整個設備故障的情況，問題和答案非常明顯，譬如：假使電視開關失效，問題將是“有電嗎？電源線是否插上？”

假如電視機開關正常，但顏色暗晦，這問題就比較不明顯。代表性的問題是“亮度控制是否已轉到最大？影像是否曾經比這次亮？”假如兩個答案都是肯定的，你可確定發生故障或至少動作不良。

你能問有關“亮度控制”的問題，表示你具有此設備的知識和操作控制。但對其它特殊的電子設備，所具的知識並不普遍，這就是為什麼技術員必須知道設備在正常動作是怎樣的和如何去操作設備上的控制。假如你不知道設備何時是在正常工作情況下，而想維護設備在最佳操作狀態，這是不實際的，也不可能的。

在此回想1-1節所討論的。技術員應該在分析任何故障之前研讀每一有用的資料（修護手冊、資料單、線路圖等）並和操作員或顧客討論故障和進行徵狀。在高技術電子設備、如電腦，必須接受廠商訓練，才能做好故障檢修的工作。

1-2.1 實際對理論性的徵狀分析 極端理論和實際的故障分析方法，經常導致失敗。實際的方法是以以前收音機修護員的典範。他第一步把機上所有

的真空管替換，一個接一個，一直到故障排除為止，假如這樣還不能解決問題，他就更換電容器，假如問題還存在，他把它放在架子上，貼上標籤，一直等到他有時間時，再去替換每一個部份。

同樣的方法有時也用在零件裝置在插入線路板或卡上的更複雜的固態設備。這些插入單元 (Plug-in Unit) 可一次替換一片，一直到故障排除為止。事實上，有些技術手冊也介紹此種方法，假如此插入模板是封裝好的並且只能整個更換，這種方法即有相當的價值。但是無論如何此種不經故障分析，直接更換零件的方法，總是浪費時間。

假如你能分析故障，利用你對設備如何動作的知識，並按著操作順序做一次，你常能指出發生故障的模板。

極端相反的理論方法可以那些以為一切故障都可在“紙上作業”完成的人代表。工程師就是一個例子，他強調在技術手冊上唯一需要的資料為一套完整的邏輯方程式。他認為假如技術員知道邏輯，一切問題都能解決。顯然地，假如技術員也知道動作控制的地方，操作順序，如何去做內部調整等，這是大有幫助的。

總結，一個好的故障檢修者必須善於聯合運用理論和實際經驗。

1-2.2 操作順序 正常操作儀器的第一步驟是認清操作控制，也就是要分清楚操作控制和調整控制 (Adjustment controls)。在簡單的設備中，操作控制通常很顯明或標準化的 (例如收音機或電視接收控制)。在複雜設備中，操作控制可能不明顯，需要參考技術手冊。在複雜軍用設備中，分冊的操作員手冊包含所有的操作控制，功用，和操作正常順序。

在某些情況，操作和調整控制部份重疊。譬如：某些電視，水平和垂直控制在前面，或隱藏在機門的後面，其他的電視則在後面不可接近的地方。

操作控制是那些很容易為操作員接觸到的控制。進一步說，操作控制是所有經由軸或其他機械聯動到內部電路元件 (可變電阻，電感或電容) 的外部開關和控制；可不必進入設備封蓋裡面的調整。操作控制必須在電源供給設備下操縱，轉動或調整工作特性，或選擇特殊的工作形態。操作控制利用電阻，電感和/或電容的變化來改變電路情況，如此，引起線路電流或電壓間接變化。當操縱操作控制時，你可在前面面板資料顯示器 (前面板儀錶、陰極射線管、擴音器等) 看到或聽到改變情況。

另一方面，調整控制存在內部 (在封蓋內部不易接觸) 並且在操作順序上沒有直接的效果。譬如：比較音量控制 (Volume control) 和增益控制 (Gain control) 之不同。

音量控制利用伸出設備封蓋外面的軸改變電阻（電位計）。通常操縱此控制引起接收機音頻部份線路上電阻的改變，因此改變這部份的增益，結果變化從擴音器放出的聲音。

增益控制也是變化電阻來變化每級的增益。但即使音量和增益控制是位在線路上同一地方的同一部份，增益控制（通常）却是一內部控制，因需要螺絲刀調整。

操作和調整控制在故障檢修中具有同樣的意義。顯然地，你必須十分了解控制並且熟練地操縱，才能在故障檢修前後檢查設備。正如後面幾章所討論的，在信號追蹤波形或作電壓／電阻檢查時，你必須把操作和調整控制設定在特定的位置。

某些情況，不適當地設定控制會引起設備故障或拙劣的工作情況。同樣地，也會導致設備故障。每一電路的元件有固定的最大電壓和電流極限，元件必須在這些限制下工作，才不會損害某些設備，前面板儀表即用來監視臨界線路的情況。操作限制不能調整超過特定範圍的極限是非常重要的，尤其在研究故障徵狀的時候，否則不適當的使用操作控制將導致已受損設備更嚴重的損害。再一次強調在檢修不熟悉的設備時，時時參考設備手冊，尤其注意任何操作警告。

除了超過最大額定量和不適當的方法操縱控制外，某些特殊型式的設備還有其他的注意事項。因此，當故障檢修不熟悉型式的設備時，先研讀操作注意事項，這是很要緊的。例如：一個陰極射線管（在示波器、雷達、電視上）的強度（Intensity）和亮度（Brightness）控制，一定不能設定到螢光幕上產生過亮的點，此將燒壞螢幕外層，減低陰極射線管的壽命。

總之，當你調整控制所發生線路改變的知識，將幫助你推想每一步驟並預見調整將會產生的損害。在任何情況，不要急著去調整（除了關掉主要電源開關之外）。

一旦已認知控制（操作和調整），下一步驟便是設定所有的控制在正常或安全的位置。有些情況，設在關掉位置，更可能的情況是設在控制一半的位置。

顯然地，你不能設在最大或全開的位置（除非手冊上如此說），如此使損害的設備更壞。另一方面，設定所有控制到最小或關掉，將引起麻煩，尤其在不按順序操作的情況。例如：假如在電源供應之時，斷接推挽（固態）放大器（Push-Pull（solid-state）Amplifier）的輸出負載，放大器電晶體將會過熱而燒壞。