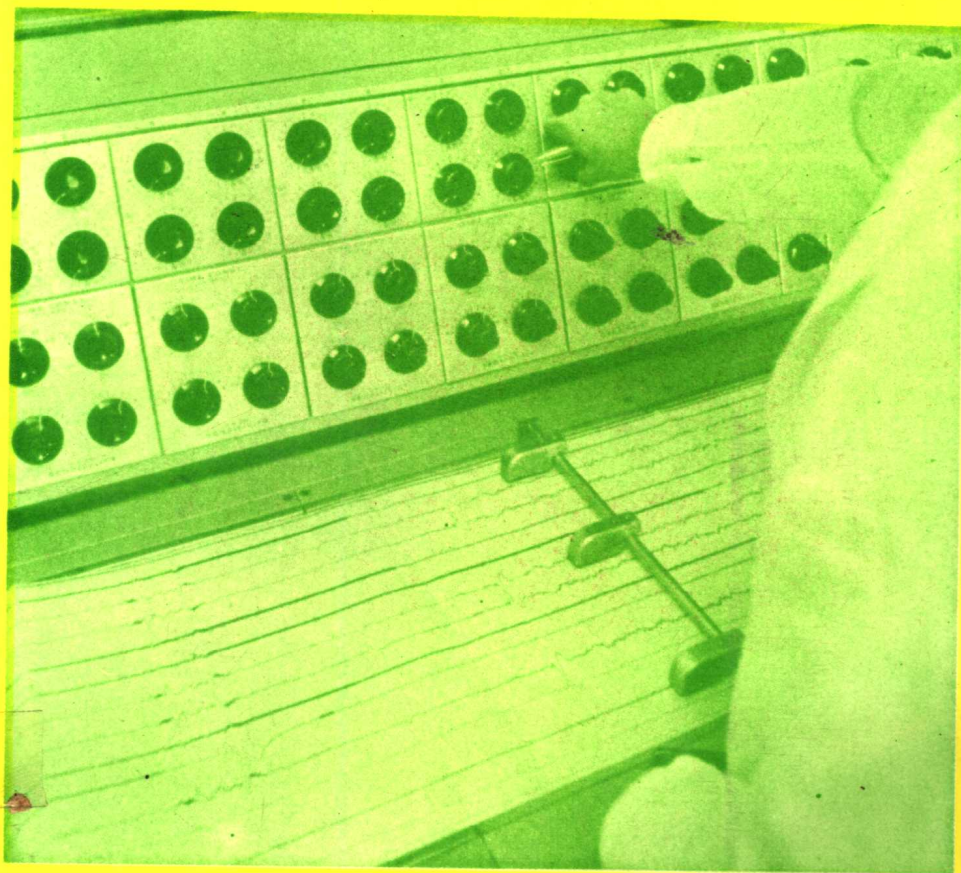


科技用書

計測機器使用實務

計量器概論

日本通產省機械情報産業局計量課監修
自動校正系統研究委員會編



物理碩士

寇弘毅編譯

復漢出版社印行

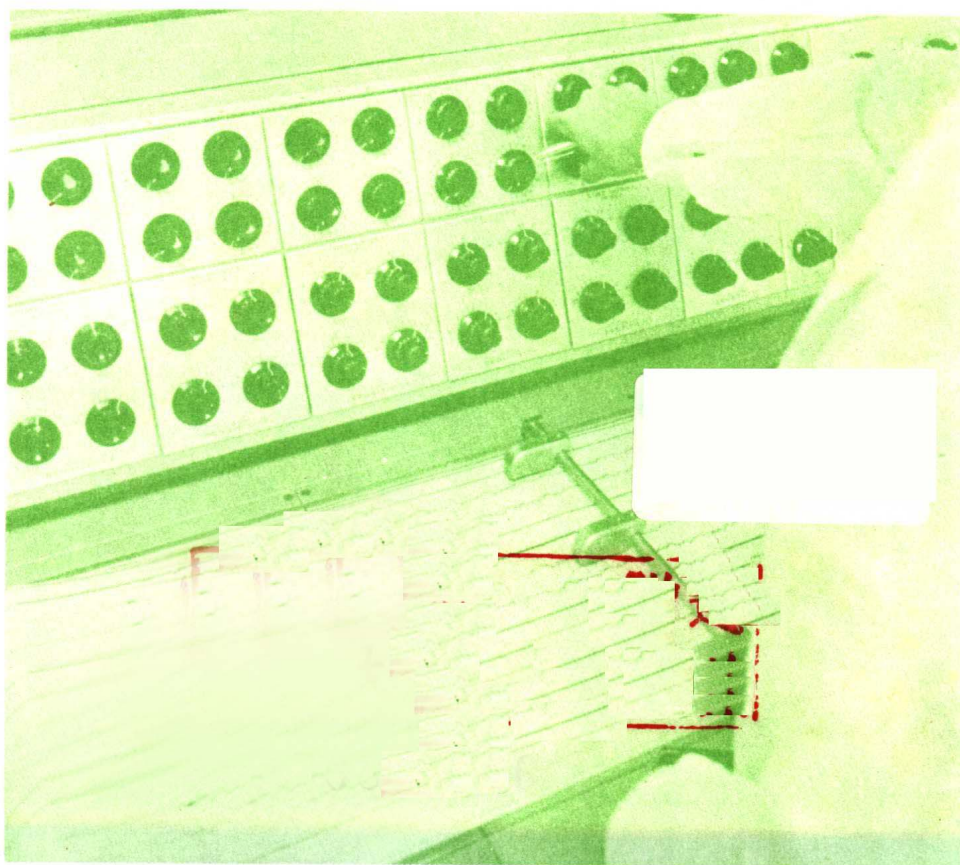
科技用書

7B9
Z927

計測機器使用實務

計量器概論

日本通産省機械情報産業局計量課監修
自動校正系統研究委員會編



物理碩士

寇弘毅編譯

復漢出版社印行

中華民國七十五年五月出版

計測機器使用實務

原著者：自動校正系統研究委員會

譯著者：寇弘毅

出版者：復漢出版社

地址：台南市德光街六五一號

郵政劃撥〇〇三二五九一一三號

發行人：沈岳林

印刷者：國發印刷廠

版權所有
翻印必究

元〇六三裝平B
元〇〇四裝精

本社業經行政院新聞局核准登記局版台業字第〇四〇二號

譯 序

本人現任職某科學研究機構，職司計測校正業務，深以爲計測所使用之機械與方法之精確與否，乃科學工業之根本所繫。因此爲充實自己經驗與加深測驗能力，遂涉獵國內外有關計測書籍，並試譯備用。其中日本自動校正系統研究委員會所編輯之計量器概論，計測機器之選擇與使用方法一書體大思精，而涵蓋面之廣則囊括所有計測種類之機器與使用方法，插圖說明亦特別之多。其主要計測對象首由單位標準概論，以至長度，角度，溫度，熱，濕度，密度，比重，成分，濃度，黏度，質量，電磁流量，超音波流量，渦流流量，液面，質量，定量選別，重量選別，力與材料試驗，壓力，時間，速度，電氣，振動，噪音，雜音，測光，電離輻射，自動控制等，細分爲128節，綱舉目張，條列分明，當茲國家測量計器力謀國家標準化之際，足資作爲研究參考，因此不敢自秘，深願公諸於世，以作爲他山之石。文中所用之辭類儘量以能通俗並能婉轉表達原意爲主。其中亦間有國人不甚習慣之詞類則儘量避免採用，但亦有爲提高注意力亦有將形容詞予以名詞化或術語化者，這乃是由於寫作需要衍變而成。並非銳意別出心裁者，例如願書有「補正」一詞，一看便知是補充修正之意。但在文中使用頻率特多，到處出現，已成爲名詞化，術語化，蓋由本書可知，所有之計器，欲求其精度，沒有一樣是完善無誤差的，有的是由於溫度變化，有的是時間變化，有的是由於位移，甚至空氣之浮力作用，均須施以「補正」，所以「補正」一詞，遂成爲提高注意力之術語了。又如「載量」與「荷重」大致同意，但提到「荷重」就成爲放在計量器上之物質的重量而非泛指之「載重」了。又如英語中「Load Cell」一詞，於本書中在作用上言，則稱之爲「電子計重機」在功能上言，則稱之爲「荷重檢出器」，「計重器」，其名詞雖不同，但在意義上則相同，所以在本書中，均按情況分別使用之。總之以能反映原書本意俾能實用爲主，不拘一格也。本書卷帙浩繁又係在公務之餘完成，所以訛誤之處，在所難免尙希斯界先進，社會賢達，不吝賜教，以期再版時有所增益，則受惠者不止個人己也，是爲記。

11/16/77/89

發刊辭

在工業計測對於電腦之利用在種種領域，而且在所有階段已步入實用化中。

關於計測之程式(programming)與計算結果之演算處理等，計測器與電腦已多一體化。進而以提高計測精度為目標，或以維持計測精度之作業合理化為目標，將計測器之校正系統施以自動化者各方面已在檢討之中，且已進入實用化。

然而，當此自動化之際，將各個計測器之本質與要點予以確實把握之者實有其必要。

於是，作為1978年之補助事業，依通商產業省之幹旋，由日本小型汽車振興會接受機械工業振興資金之補助，在協會內組織「自動校正系統研究委員會」，並委囑斯界之學識經驗者多數為委員，歷一年餘，就計測器與其校正系統自動化，並就現狀與今後進行方法等施行調查研究，將其成果按每一項目加以整理，以委員為首並聘請各專門家執筆，將其原稿編排之後予以整理之者則為本書。然後，利用電腦之計測，校正系統依電腦之自動化，計測器之現狀均予以彙集之。

其次，自動校正系統研究委員會委員及執筆者氏名均予以披露之，以森村委員長為首各小組長，幹事，委員及執筆者諸位，能在非常多忙之中，作獻身的奮鬥，對於其厚意與努力謹致其甚深之謝意。

又，當此一事業付諸實施之際，對承蒙指導鞭策之通商產業省機械情報產業局計量課長以下課員各位，工業技術院計量研究所，電子技術綜合研究所以及各機關諸位，日本小型汽車振興會各位謹致其由衷之敬意。

1980年8月

社團法人 計量管理協會

關於自動校正研究委員會之成果

在原油價格暴騰，與歐美貿易之摩擦，原子能發電廠安全作業等種種難題山積之現在，計量一課在作為無名英雄之應盡功能方面愈益顯得重要。例如，為了評價各種機器構成材料之特性依施行適當之計量，對於減少能源之散失，材料使用量之節儉均有可能，並對節省能源，節省資源有所資助，以及依使用計量器將作業狀態施以常時監視亦可防止事故發生於未然。

為了此等目的則導入了計量器，進一步在構成計量系統時，較任何事件都被重視的則為計量器乃至計量系統之信賴性。計量器多被使用於酷苛之環境條件下，由於在如此狀況下尚且要求安定之動作，所以有施行充分之動作試驗以確認其性能之必要。此等試驗雖包含有若干項目，但最基本的且必不可缺的則為校正。成為校正對象之計量器種類甚多，就每一種類雖均有其固有之校正技術，但一方面，可不依測定量種類而有可取得電力輸出之計測器，最近亦多使用之。像這樣的計量器可利用於信號處理與控制頗為便利，又對其校正由於可導入電腦技術，所以已開啓了走向校正自動化之路。

踐履着這樣的現狀，社團法人計量管理協會作為1980年度之補助事業遂設立了「自動校正系統研究委員會」，將最近之計量器與其使用方法以及基於此之自動校正技術之調查施以有計劃的實施之者，誠為得其時宜的一件大事。

本委員會，將適用領域愈益廣大之計量技術予以橫斷的掌握，就為了將使用中之計量器動作原理，構造，校正法施以廣泛調查之「計量器小委員會」，與利用電腦計量之系統化，計量器之校正法，更進而設置關於調查自動校正系統之「系統小委員會」之兩個小委員會施行調查活動。

當初，各小委員會就調查方針，內容，範圍等施行檢討，然後蹈襲其結果委請各領域之專門家為委員，進而施行詳細之業務。依此遂調整

了兩個小委員會之調查項目，調查遂得以順適的進行。

雖然一口說是校正，但是依使用器械，適用領域其具體的技術亦形形色色，對於校正之面貌（Image）相異一點在檢討階段亦加以辨明，特別是「系統小委員會」爲了謀求小委員會內之意志統一曾施行了互數次之熱心討論，但隨着計量適用領域之擴大，不祇是單單的用語之統一而對其意義之共同理解尤爲重要一點已予以闡明之者乃是最大之成果。

本委員會之成果已廣被活用，對我國所面臨之諸問題之解決能寄與多少幫助者誠屬幸事。

最後，對此一調查研究活動承蒙協助之委員及執筆者諸位，及計量管理協會各位謹致其深厚之敬意。

1980年8月

自動校正系統研究委員會

委員長 森村正直

執筆者名簿

- | | |
|-------|--------------------------------|
| 新井 照男 | 計量研究所第2部熱學計測課主任研究官 |
| 石田 雅之 | 日本鋼管(株)鐵鋼技術部設備技術室 |
| 伊藤 隆 | 計量研究所第3部流體計測課 |
| 稻松 照子 | 計量研究所第3部成分計測課主任研究官 |
| 岩崎 俊 | 電子技術綜合研究所電波電子部高頻率研究室 |
| 內海 秀雄 | 計量研究所第3部成分計測課主任研究官 |
| 江川 滿 | (株)東京精密開發室 |
| 小熊 良雄 | (株)橫河電機製作所機器事業部技術部3組課長 |
| 小倉 充夫 | 日電機工(株)玉川中心技術課長 |
| 加藤 朗 | 電子技術綜合研究所量子技術部放射線研究室主任研究官 |
| 加藤 敏男 | 自動計測技術研究組合 |
| 鎌田 三雄 | 松下電器產業(株)技術本部品質管理中心計測管理室 |
| 上村銑十郎 | 橫河・Hurette Bacard(株)電子計測部營業企劃課 |
| 後藤 充夫 | 計量研究所第3部力學計測課主任研究官 |
| 坂本 和平 | 計量研究所第4部計量器課 |
| 櫻井 和明 | (株)橫河電機製作所機器技術部2組 |
| 佐藤 達夫 | (株)島津製作所第1科計測事業部技術部第2技術專門課長 |
| 島之江博之 | 富士通(株)生技管理部品質管理課 |
| 首藤 俊二 | (株)三豐製作所沼田研究所 |
| 白石 堅司 | 計量研究所第1部機械計測課主任研究官 |
| 白川 忠 | 味素(株)中央研究所技術開發研究所自動化技術中心 |
| 鈴木 茂生 | 東京芝蒲電氣(株)柳町工場計器部技術擔當課長 |
| 瀬戸 實 | (株)島津製作所研究本部中央研究開發部開發企劃專門課長 |

仙田 修	計量研究所第4部計量器課 任研究官
高田 誠二	北海道大學理學部教授
高橋 多助	電子技術綜合研究所標準計測部音響研究室主任研究官
田中 良行	計量研究所第3部成分計測課主任研究官
土田 亨	(株)北辰電機製作所計測技術部門第2計測技術課
富田 芳生	(株)横河電機製作所營業本部技術部系統技術組課長
豐田 幸司	計量研究所第1部機械計測課主任研究官
中川 脩一	(株)横河電機製作所機器事業部技術部4組課長
中津川健二	安立電氣(株)計測事業部第2技術部1課
中村 公彦	NAIG綜合研究所電子開發部研究課
西島 忠	日本真空技術(株)規格品事業部計器技術課長
根田 和郎	計量研究所第4部體積計係
根本 俊雄	電子技術綜合研究所電波電子部高周波研究室長
橋本 明久	(株)横河電機製作所機器事業部技術部3組課長
橋本 壽夫	日本電氣計器檢定所標準研究部研究課
長谷川君康	味素(株)川崎工場工務部技術組
昌山 一馬	(株)共和電業特別機構董事長
服部 晋	計量研究所第2部熱學計測課長
菱刈 功	(株)千野製作所技術中心輻射技術組
平野 洋一	電子技術綜合研究所能源部電漿研究室主任研究官
平松 信雄	(株)北辰電機製作所營業技術部門技術部統括部長
星加 錦三	計量研究所名古屋支所第1係長
松崎 陽一	横河・Hurette Bacard (株)電子計測部營業企劃課2係
松本 弘一	計量研究所第1部光學計測課
松本 榮壽	(株)横河電機製作所系統事業部技術部2組課長
三浦 甫	電子技術綜合研究所標準計測部音響研究室長
三嶋 泰雄	電子技術綜合研究所量子技術部應用光學研究室主任研究官
皆川 盛保	電子技術綜合研究所標準計測部音響研究室主任研究官
村田 守	計量研究所第4部標準系統課主任研究官

森村 正直	計量研究所第2部長
矢田 光治	電子技術綜合研究所軟體部規劃研究室主任研究官
矢野 省三	(株)島津製作所御池工場第4技術課長
山本昇次郎	計量研究所第3部力學計測課主任研究官
行成 洋二	竹田理研工業(株)生産本部開發部開發5課長
横川 正博	横河・Hurette Bacard(株)技術部
吉田 清	計量研究所第3部流體計測課長
渡邊 紀之	計量研究所第3部流體計測課主任研究官
渡部 一字	(株)横河電機製作所系統事業部技術部3組課長

〔第1編 自動校正系統〕

新井 照男	石田 雅之	岩崎 俊	江川 滿
小倉 充夫	加藤 敏男	鎌田 三雄	上村銃十郎
後藤 充夫	櫻井 和明	佐藤 達夫	島之江博之
首藤 俊二	白川 忠	瀨戸 實	高橋 多助
土田 亨	富田 芳生	中津川健二	中村 公彦
西島 忠	根田 和郎	根本 俊雄	橋本 壽夫
長谷川君康	畠山 一馬	菱刈 功	平野 洋一
松崎 陽一	三浦 甫	皆川 盛保	矢田 光治
矢野 省三	行成 洋二	横川 正博	

〔第2編 計量機器〕

伊藤 隆	稻松 照子	内海 秀雄	小熊 良雄
加藤 朗	加藤 敏男	坂本 和平	白石 堅司
鈴木 茂生	仙田 修	高田 誠二	田中 良行
豐田 幸司	中川 脩一	橋本 明久	服部 晋
平松 信雄	星加 錦三	松本 弘一	松本 榮壽
三嶋 泰雄	村田 守	森村 正直	山本昇次郎
吉田 清	渡邊 紀之	渡部 一字	

復漢出版社已經出版中譯本

- △ ATE 自動測試裝備
- △ 光學・光電式計測方法
- △ 計測機器選擇使用
- △ 表面計測實務
- △ 機械工業測量自動化
- △ 工業測試偵察器
- △ 精密測定機器的選法、使用法
- △ 實用金屬表面檢查試驗
- △ 壓力容器與管路構件之強度計算
- △ 醫事電子計測技術
- △ 惡臭之機器測定
- △ 噪音工學

有成書業公司

¥120.00

目 次

第1章 概 論 1

1.1 序..... 1

1.2 單位與標準..... 2

1.2.1 單位與標準之功能..... 3

1.2.2 基本量與組合量..... 3

1.2.3 國際單位系 (S I)..... 6

1.2.4 國際單位系基本單位..... 7

1.2.5 國際單位系之補助單位，構成單位及接頭語..... 10

1.2.6 S I 以外單位..... 13

1.2.7 S I 表現上之標準 (Rule) 14

1.2.8 計測標準之追跡性 (Traceability) 16

1.3 測定法概論..... 17

1.3.1 測定計劃..... 18

1.3.2 測定方式..... 20

1.3.3 計測器之構成..... 22

1.4 測定誤差與計量器性能..... 28

1.4.1 測定誤差與精度..... 28

1.4.2 計量器信賴性..... 38

1.4.3 追跡性與測定標準..... 43

1.4.4 計量性之動特性..... 44

第2章 計量機器..... 56

2.1 長度與角度..... 56

2.1.1 長度計..... 56

2.1.2 長度計——測定器..... 56

2.1.3 長度計—— (Gauge) 類..... 69

2.1.4 比較測長器..... 72

2.1.5	絕對測長器	78
2.1.6	計程錶 (Taximeter)	81
2.1.7	皮革面積計	82
2.1.8	長度計之校正	82
2.1.9	角度計	83
2.1.10	角度計之校正	83
2.2	溫度與熱	87
2.2.1	玻璃製溫度計	88
2.2.2	金屬溫度計	97
2.2.3	電阻溫度計	98
2.2.4	熱阻體溫度計 (Thermister Thermometer)	103
2.2.5	熱電溫度計 (Thermoelectric Thermometer)	103
2.2.6	利用熱輻射之溫度計	108
2.2.7	溫度計之校正	111
2.2.8	熱測定	113
2.3	濕度	117
2.3.1	使用水銀溫度計之通風乾濕球濕度計	118
2.3.2	直示形乾濕球濕度計	122
2.3.3	乾濕板濕度計	124
2.3.4	毛髮濕度計	125
2.3.5	雙金屬 (Bimetal) 式濕度計	126
2.3.6	冷卻形露點計	126
2.3.7	氯化鋰 (chloride lithium) 式露點計	127
2.3.8	電氣電阻 (容量) 式濕度計	129
2.3.9	紅外線濕度計	130
2.3.10	評量法	130
2.3.11	濕度計之校正	132
2.4	密度與比重	135
2.4.1	天秤法	135

2.4.2	密度傾斜管法	138
2.4.3	空氣比較式比重計	139
2.4.4	浮子式連續比重計	140
2.4.5	浮漂	141
2.4.6	擺動式密度計(擺動管形)	142
2.4.7	擺動式密度計(玻璃管形)	144
2.4.8	比重瓶法	145
2.4.9	氣體(gas)天秤	147
2.4.10	流出法	148
2.4.11	密度計與比重計之校正	149
2.5	成分與濃度	151
2.5.1	濃度計分類與特徵	151
2.5.2	玻璃電極式氫離子濃度計	151
2.5.3	氧化鋯(Zirconia)式氧氣濃度計	156
2.5.4	溶液導電率(Conductivity)式濃度計	157
2.5.5	磁式氧氣濃度計	159
2.5.6	非分散型紅外線式濃度計(NDIR)	160
2.5.7	紫外線式濃度計	162
2.5.8	化學發光式濃度計	162
2.5.9	輻射線式濃度計	165
2.5.10	濃度計之校正	166
2.6	黏度	169
2.6.1	細管黏度計	170
2.6.2	旋轉黏度計	175
2.6.3	落體黏度計	178
2.6.4	振動黏度計	181
2.6.5	平行平板黏度計	182
2.6.6	黏度計之校正	183
2.7	體積與流量	184
2.7.1	化學用體積計	185
2.7.2	標度(Tank)	185

2.7.3	實測式累計體積計（容積式流量計）	195
2.7.4	翼輪式流量計	200
2.7.5	差壓形流量計	202
2.7.6	面積式流量計	204
2.7.7	電磁流量計	205
2.7.8	超音波流量計	206
2.7.9	漩渦流量計	207
2.7.10	體積計及流量計之校正	208
2.8	液面	216
2.8.1	浮力檢出式液面計	216
2.8.2	壓力檢出式液面計	223
2.8.3	電荷檢出式液面計	225
2.8.4	超音波式液面計	227
2.8.5	校正方法及其他	230
2.9	質量	230
2.9.1	直示天秤	230
2.9.2	特殊台秤（計重器）	235
2.9.3	計數秤	237
2.9.4	擺式秤	238
2.9.5	應變計（Strain gauge）式秤	239
2.9.6	壓力式秤	241
2.9.7	起量計（Crane scal）	242
2.9.8	吊秤	244
2.9.9	漏斗計量器（Hopper scale）	245
2.9.10	混料配合機（Batcher scale）	246
2.9.11	定量裝袋機	247
2.9.12	稱量器（poidometer）	247
2.9.13	重量選別機	248
2.9.14	運送機計量器（conveyer scale）	250
2.9.15	質量計之校正	253
2.10	力與材料試驗	254

2.10.1	力之單位	254
2.10.2	槓桿式力計	256
2.10.3	壓力式力計	257
2.10.4	彈性式力計	258
2.10.5	利用物性變化之力計	263
2.10.6	材料試驗機	264
2.10.7	力計之校正	265
2.11	壓力	270
2.11.1	液柱形壓力計	272
2.11.2	重錘形壓力計	275
2.11.3	布當管壓力計	278
2.11.4	應變計 (Strain gauge) 式壓力計	279
2.11.5	電阻壓力計	281
2.11.6	真空計	282
2.11.7	壓力計之校正	285
2.12	時間、旋轉及速度	289
2.12.1	時間計器之概要	290
2.12.2	時計式轉速計	293
2.12.3	離心式轉速計	294
2.12.4	發電機式轉速計	295
2.12.5	電容器 (Condenser) 形轉速計	295
2.12.6	渦流 (Eddy current) 形轉速計	296
2.12.7	頻閃 (Strobo) 式轉速計	296
2.12.8	轉子 (Rotor) 式速度計	296
2.12.9	杜普勒 (Doppler) 形速度計	297
2.12.10	電磁形速度計	298
2.12.11	時間計、轉速計、速度計之校正	298
2.13	電荷 (electric charge)	302
2.13.1	類比 (analog) 計器	302
2.13.2	數值 (digital) 計器	311
2.13.3	指示・記錄計	320

2.13.4 瓦時計 (watt hour metter)	328
2.13.5 標準器與校正用計測器	341
2.14 擺動與噪音	353
2.14.1 擺動計	353
2.14.2 擺動計之校正	356
2.14.3 噪音計	357
2.14.4 噪音計之檢定	359
2.15 測光	360
2.15.1 光度計	361
2.15.2 光束計 (Beam meter)	363
2.15.3 照度計	366
2.15.4 輝度計 (Luminance meter)	367
2.15.5 照度計、輝度計之標度校正	370
2.16 電離輻射線 (Ionization Radiant Rays)	371
2.16.1 攜帶用輻射線檢出計 (Survey meter)	373
2.16.2 個人被炸線量器	382
2.16.3 高精度形線量・率計	383
2.16.4 監聽器 (monitor)	384
2.16.5 大線量・高線量率計	384
2.16.6 能譜 (Energy spectrum) 計測器	385
2.16.7 校正	385
2.16.8 輻射能之測定	386

第3章 自動控制機器 387

3.1 自動控制概論	387
3.1.1 作業 (process) 自動控制概論	387
3.1.2 作業 (process) 特性與控制動作	394
3.1.3 控制方式	401
3.1.4 自動控制用語解說	405
3.2 自動控制機器	408
3.2.1 構成作業 (process) 控制之機器	408