

化 工 仪 表

С. И. 謝 普 金 著

刘 豹 译

化 学 工 业 出 版 社

本書是一本高等及中等化工專業學校教學參考書。

書中闡述用以檢查化工生產過程的檢查測量儀表的工作原理和構造，也說明儀表的应用範圍、安裝及校驗。

在本書最後一部分還簡略地研究了自動調節的問題、調節器的基本元件及其主要類型。

書中材料對於化學工廠及與其有關工廠中的工程技術人員也是有用的。

本書第二章第九節以前由重工業部工業教育司胡故同志譯出，以後的部分全都由劉豹同志譯出。

С. И. ЩЕПКИН

**КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И РЕГУЛИРУЮЩИЕ
ПРИБОРЫ**

В ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВАХ

Госхимиздат (МОСКВА-- 1945)

化 工 儀 表

劉 豹 譯

化學工業出版社(北京安定門外和平北路)出版

北京市書刊出版營業許可証出字第092號

化工出版社印刷 廠印刷 新華書店發行

開本: 850×1168· $\frac{1}{4}$

印張: 14 $\frac{2}{3}$

字數: 380 千字

定價: (10) 2.40 元

1957 年 5 月 第一版

1959 年 4 月 第 4 次印刷

印 數: 10543—14542

書 號: 15063.0111

序

這本書是著者在莫斯科化工機械制造學院講授檢查測量儀表課程的綱要的修改本。因此它正可以用作這門課程的教學參考書。

列入莫斯科化工機械制造學院教學計劃的檢查測量儀表這門課程，它的任務是要使未來的化學工廠機械工程師熟悉工藝過程的自動檢查和自動調節的基本方法，熟悉最重要的測量儀器的工作原理和構造，熟悉它們的應用範圍以及安裝和使用的基本知識。

根據課程的這一目的，書內沒有包括測量儀表及其零件的計算方法和設計方法的知識。個別計算數據之引入，只是因為它們對於更好地說明儀器性能和特性是必需的，或者因為儀器十分簡單、能夠就地制造。

同樣地，作為儀器測量方法或操作步驟基礎的理論知識也減到了最小限度，因為這些知識對於學過理論課和普通技術課的學生，大部分都應該是已經知道的。

由於對使用者不太需要的這些章節的大量縮減，本書盡其篇幅之可能敘述了儀器的安裝、調整和使用方法。

本書主要敘述國產儀器。外國出產的儀器如果在我國實際上應用很廣，或者我國沒有類似國產儀器，而該種外國樣品在原理上值得注意時，也都加以敘述。

因為課程的學時有限，不可能非常完全地說明現有的各種檢查測量儀表和調節儀器。所以書內只敘述工業上自動檢查用的典型的主要儀器。在個別工業試驗中以及在實驗室和研究工作中使用的實驗室型和便攜式儀器，就有意略去了（只有極少例外）。

本書敘述的儀器是按它們的用途特征分類的，每一類中又按測量方法和構造特點分組。

書中內容分為四篇：

I. 壓力、物料數量和流量的測量儀器。

II. 温度测量仪器。

III. 物料成分和性质的测定仪器。

IV. 自动调节器。

書內材料可以作为高等及中等化工專業学校檢查測量仪表課程的参考。对于中等專業学校，用小号字排印的材料并不是必需的。

著者認為，書中所述化工生产工艺过程的檢查仪器和控制儀器的內容，不仅作为教学用書，而且作为化工工程师專業工作的参考書，也是有益的，是能够产生一定效果的。

著者認為，本書是討論这一問題的第一本教学参考書，未必沒有缺点，因此謹向提出發現的缺点和錯誤的讀者預先致謝。

著者

緒 論

工艺过程的检查是控制化工生产的基础。如果不能清楚地了解过程进行的情况和它离开正常状态的偏差，那就不可能保持规定的工艺条件，也不能保证最好的生产结果。近代化工生产的规模很大，一次处理的物质数量很多，化工过程的速度很高，而且对离开优良条件的偏差很敏感——这些都向检查的组织和质量提出了严格的要求。

只有能在任何时刻毫无滞后和错误地显示出工艺过程全貌的、高质量的连续检查，才能保证不发生事故，保证最高的生产率、最小的消耗率和最高的标准产品产量。

检查的连续性和及时性是用自动仪器来达到的，它能在无人参加的情况下完成所需的测定和测量。所以应该设法把尽可能多的检查操作交给自动检查测量仪器，而把复核分析以及那些还没有一种作用可靠的自动装置能完成的操作留给实验室担任。

多数化工生产(尽管它们具有一切不同点)的工艺流程，都是由较少数的物理化学过程组成的，这些过程的进行又决定于不多的几个物理量，它们叫做过程的参数。

由此可见，需要测量和检查的就是决定生产过程进行情况的、为数不多的一些物理化学量。

除了控制过程进行的主要参数之外，还需要测量和检查表明参加过程的物质或产品的状况和质量的物理化学量。为了判断过程进行的结果，更通常是为了在过程的进行不但与外界条件有关、而且与参加过程的物质成分或浓度有关时控制过程，上述这些量是必须加以检查的。

为了检查的有效和实行检查的方便，检查测量仪表应该满足各种要求，其中主要的几点归纳如下。

1) 仪器在使用条件下应该可靠耐用。

2) 用仪器测量某一参数的过程应该是连续地或者相隔极短的

時間來進行，使得參數值在連續兩次測量之間不可能離開正常值很遠。

3) 儀器應該自動起作用，也就是在完成測量時不需要任何操作。

4) 儀器應該保證自動地連續記錄讀數，以便能把它們加以比較和分析，來找出過程狀況的破壞原因。

5) 儀器應該能夠把它的讀數傳送到遠處，因為這樣將能把各種儀器的指示部分按着最便於觀察的方式集中到同一地點，因之大大改進和簡化了過程的控制。

6) 儀器應該以所需的精確度進行測量，而且這一精確度應該保持很長時間。

近代檢查測量儀表可以分成以下的主要類別：

a) 指示儀器，它用某一活動指標在標尺上指出測量結果。這類儀器最為簡單，但是它不能確定參數在觀察以前的變化，所以就需要由觀察者來經常記錄讀數。記錄的經常性和準確性完全決定於觀察者的注意力和工作態度。

6) 記錄儀器，它自動地連續記錄讀數。記錄儀器有帶指示部分的，利用它能夠很容易確定被測數量在當時的數值，也有不帶指示部分的，這時被測參數的當時數值只能根據圖紙來確定，所以要困難得多。

б) 帶遠程發送器的儀器，它或者本身備有指示部分和記錄部分，並在遠距離外的所謂二次儀器上重現出讀數，或者做成暗式，就是說它沒有指示部分，而在二次儀器上示出讀數和記錄。

根據所用儀器的類別不同，生產過程的檢查和控制系統就隨着改變。

根據生產過程的檢查和控制系統的完善程度不同，它們可以分成以下幾種形式。

a) 人工控制的局部目測檢查系統，由分別配置在各測量地點的檢查測量指示儀表來實現。儀表讀數由各個裝置附近管理過程的工作人員進行觀察。裝置附近的工作人員根據儀器讀數來調節

过程。

由于这种檢查和控制設備簡單便宜，所以尽管它有缺点，但在工業中仍有应用。这种檢查系統不能得到客觀而完整的生产过程情况，而且几乎沒有可能进行分析。仪表讀数記錄的規則性和准确性完全決定于觀察者的工作态度。周期性的記錄只是每隔一定時間表示过程的狀況，而在各次記錄間隔時間中的进行狀況是不知道的。在大型裝置上实行这种檢查时，为了观察配置在不同地点的很多仪表，需要化費很多精力和時間。

所以局部目測檢查不适用于近代化工生产。这种檢查系統只能用在小型裝置上，而且需要工作狀況穩定，檢測点数目不多。在这一檢查系統內使用記錄仪表能使系統稍加改进，但这时主要缺点——觀察分散的很多仪表的麻煩和困难——並沒有消除。

6) 人工控制的集中檢查系統，由远程傳送讀数的仪表来实现。在檢查地点上裝設着一次指示仪器；帶有指示部分和記錄部分的二次仪器都集中在中央計器盤上，以便最便于观察和判断过程的进行。中央計器盤旁边的觀察者能够很容易檢查和改正裝置各部分看管人員的动作。这一檢查系統比較能满足大型化工生产的需要，但是因为处在很多工作人員管理下的調节点和控制点很分散，所以还不能保証整个裝置的进程完全平穩。

这一系統的进一步改进就是把控制機構集中在同一中央檢查計器盤中。这时一次檢查測量仪表可以是暗式的，只备有發送器。集中在同一地点的全部檢查和控制都由一位技术熟練的工作人員来掌握，他能够十分輕便地管理整个裝置的工作。这一系統能把裝置上工作人員数目減到極少。并能保証裝置准确地工作。

Б) 完全自动的檢查和控制系統最为完善，它消除了工作人員个人品質的影响。这一系統是集中檢查和控制系統發展的最高阶段。由于把仪表讀数傳送到中央控制台，并且把指揮脉冲从中央計器盤傳送到調节点，这就为把这些部分联合成互相關联的統一系統創造了条件。

自动檢查和控制系統設計和实行得正确时，因为在各个自动

裝置的互相閉塞的系統內消除了偶發的或有意的錯誤，或危險的組合，所以這一系統能以很高的準確度保持規定的工作條件，消除任何誤差的可能。對於在高压下工作的裝置，或者處理有爆炸危險或劇毒物質的裝置，也就是在誤差或疏忽可能引起極嚴重後果的場所，這一檢查和控制系統尤其適宜、尤其有價值。

自然，完全自動的檢查和控制系統只能用在生產過程連續進行的裝置上。在間歇作用的裝置上只能採用半自動系統，其中自動裝置用來調節設備或裝置的工作循環，而工作時期之間的間隔則用人工方法來調整。任何檢查和控制系統的主要環節，都是檢查測量儀表。

檢查測量儀表是用來連續測量某一參數的裝置，這一參數或者表明介質（物質）的狀態，或者表明介質（物質）本身，或者表明物質的數量以及液體液面或散粒性物料料面的位置。

介質或物質的狀態，在化工生產中用壓力、溫度、濃度三個參數來表明。而介質或物質本身，可以用為數極多的指標來表明：密度，粘度，酸度和鹼度，色度，導電率和導熱率，折射率，擴散能力，化學成分及其他指標。

在每一工藝過程的生產檢查中，應該從物質狀態和性質的參數內，選取為可靠地管理過程所需的最少數目的參數來觀察。這一方面是由于必須保證檢查的極度簡單和方便，否則觀察和比較過多的參數就會難以得出結論，甚至可能產生錯誤。另一方面，由於技術經濟上的理由，因為對於每一被測參數都需要有專用的檢查測量儀表，而儀器數量過多又將增加生產的原始費用和經營費用，所以也應該選取最少數的參數來測量。

隨着介質和使用要求的不同，需要測量和檢查的參數也有所區別，因此產生了在工作原理和構造上互不相同的大量檢查測量儀表。

儘管檢查測量儀表有多種型式，但是仍有可能確定所有儀器的某些共同點。任何檢查測量儀表，除了最簡單的以外，都包括以下各個主要部分：感受部分；傳送機構；指示部分。

仪表的感受部分也叫做發送器，是仪器最重要的部分。仪表这个部件的型式最多，它决定仪器的个别用途。仪器的感受部分直接与被檢查的介質接触，或者放在介質中間，因此对介質被测参数的变化發生反应。感受部分的用途是把被测参数变为某一数量或脉冲，而能引起指針在标尺上移动。

通常待测参数被仪器感受部分变为其中某一零件的直綫或角度位移，或者变为电力脉冲。这一位移或电力脉冲經過傳送機構把它放大或加强后，傳給仪器的指示部分。指示部分就用某种形式的指标在标尺上指出被测参数的数值。在仪器的指示部分內應該包括記錄機構，它以实綫、虛綫、或陰影綫条的形式在紙帶、紙盤或照相紙上依次記下被测参数的数值。檢查測量仪表構造的上述簡單原理，在个别情況下也有某些变动，但是原則是不变的。

在某些測量仪表上，感受部分产生足够大的位移或脉冲，以致沒有必要裝設專門的傳送機構；在这种情况下感受部分直接与指标相連。

在另一些情況下，感受部分产生的脉冲太弱，必須利用外界能源才能使指标移动或进行記錄，这就需要將仪器的傳送機構發展而变复杂。

最后，在远距离作用的仪器內，傳送機構發展成特殊的形式，其中包括傳送器、联綫、接受器。

在檢查測量仪表的所有部分中，型式最多的是感受部分，因为它應該适应于測量介質的各种参数和不同性質。感受部分的構造完全决定了仪器的型式和用途。傳送機構和指示部分的構造型式比較少，不能作为仪器的特征。

同一种指示裝置經常可以用来測量極不相同的各种参数。例如电流計在測量温度、压力、濃度、流量、色度等等时都可用作指示部分。所以檢查測量仪表根据各部分構造而分类的方法是不适宜的，而且是不确定的。最自然是按檢測仪器的用途，也就是根据待測的参数来分类。在把所得各类仪器繼續划分为組和小組

目 录

序	7
緒論	9
第一篇 压力、物料数量和流量的測量仪器	
第一章 压力、物料数量和流量的測量	15
1. 总論	15
2. 压力的測量單位	16
3. 物料数量和流量的測量單位	19
第二章 压力計	22
4. 压力測量仪器的分类	22
5. 簡單液柱压力計	23
6. 改良型液柱压力計	31
7. 液柱压差計	40
8. 活塞压力計	45
9. 管彈簧压力計	49
10. 膜式压力計	60
11. 彈簧压差計	62
12. 电气压力計	64
13. 压力計的安裝和檢驗	71
第三章 水平面測量仪器	77
14. 总論	77
15. 狹界液面仪	77
16. 寬界液面仪	82
17. 散粒性固体頂面的測量仪器	87
第四章 物料数量与流量的重量和容积測定仪器	91
18. 总論	91
19. 散粒性固体物料数量測定器	92
20. 液体数量和流量的測量仪器	103
21. 气体数量和流量的測量仪器	113
第五章 液体和气体流量的节流式測量仪器	120
22. 以节流作用測量流量的理論基础	120

23. 节流裝置	126
24. 节流儀器的安裝	138
25. 浮標流量計、鐘式流量計和環天平流量計	142
26. 定壓降流量計	155
27. 靜水壓力流量計	164

第二篇 溫度測量儀器

第六章 一般概念。膨脹溫度計

28. 總論。溫標	169
29. 膨脹溫度計	174
30. 感壓溫度計	178

第七章 熱電高溫計

31. 熱電偶的電動勢	183
32. 熱電偶的材料和構造	189
33. 電動勢的測量儀器	198
34. 熱電高溫計的安裝	220

第八章 電阻溫度計

35. 電阻溫度計的材料	225
36. 惠司登電橋	231
37. 以比率計測量溫度	234
38. 繞路佈置、繞路轉換和供電	239
39. 溫度測量的誤差及其消除方法	245

第九章 輻射高溫計

40. 輻射強度的測量	251
41. 光學高溫計	254
42. 全輻射高溫計	257

第三篇 物料成分和性質的測定儀器

第十章 工業中物料成分和性質的測定

43. 總論	262
44. 測定對象	263
45. 物料成分和性質測定儀器的分類	263

第十一章 氣體分析器

46. 總論和氣體分析器的分類	265
47. 化學氣體分析器的構造	266
48. 化學氣體分析器的安裝和工作條件	282

49. 电气气体分析器	288
50. 机械气体分析器	296
第十二章 酸度計和鹽度計	301
51. 电导測量	301
52. 鹽度計	305
53. 氫离子濃度的測量	310
和十三章 色度和透明度的測量儀器	317
54. 色度和透明度的測量方法	317
55. 光电管	318
56. 光电測量系統及仪表	325
第十四章 液体密度和粘度的測量儀器	330
57. 漂浮式浮标密度計	331
58. 沉式浮标密度計	334
59. 粘度計	338
第四篇 自动調节器	
第十五章 調节和調节器的基本概念	341
60. 生产过程調节的一般知識	341
61. 調节器的構造原理和特性	344
62. 調节器的形式	347
第十六章 調节器的元件和零件	351
63. 調节機構	351
64. 測量協調機構	360
65. 液力替續器	371
66. 繼电器	380
67. 执行機構	393
68. 反饋	403
第十七章 直接作用調节器	408
69. 浮标調节器	408
70. 鐘式調节器	410
71. 膜式調节器	415
第十八章 間接作用調节器	416
72. 液面調节器	416
73. 压力、物料数量和流量調节器	417
74. 温度調节器	433

75. 特种調节器.....	445
第十九章 定序調节器和循环調节器.....	449
76. 定序調节器.....	449
77. 循环調节器.....	452
中俄文名詞对照表	457

化 工 仪 表

С. И. 謝 普 金 著

刘 豹 译

化 学 工 业 出 版 社

本書是一本高等及中等化工專業學校教學參考書。

書中闡述用以檢查化工生產過程的檢查測量儀表的工作原理和構造，也說明儀表的应用範圍、安裝及校驗。

在本書最後一部分還簡略地研究了自動調節的問題、調節器的基本元件及其主要類型。

書中材料對於化學工廠及與其有關工廠中的工程技術人員也是有用的。

本書第二章第九節以前由重工業部工業教育司胡故同志譯出，以後的部分全都由劉豹同志譯出。

С. И. ЩЕПКИН

**КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ И РЕГУЛИРУЮЩИЕ
ПРИБОРЫ**

В ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВАХ

Госхимиздат (МОСКВА-- 1945)

化 工 儀 表

劉 豹 譯

化學工業出版社(北京安定門外和平北路)出版

北京市書刊出版營業許可証出字第092號

化工出版社印刷 廠印刷 新華書店發行

開本: 850×1168· $\frac{1}{4}$

印張: 14 $\frac{2}{3}$

字數: 380 千字

定價: (10) 2.40 元

1957 年 5 月 第一版

1959 年 4 月 第 4 次印刷

印 數: 10543—14542

書 號: 15063.0111

目 录

序	7
緒論	9
第一篇 压力、物料数量和流量的測量仪器	
第一章 压力、物料数量和流量的測量	15
1. 总論	15
2. 压力的測量單位	16
3. 物料数量和流量的測量單位	19
第二章 压力計	22
4. 压力測量仪器的分类	22
5. 簡單液柱压力計	23
6. 改良型液柱压力計	31
7. 液柱压差計	40
8. 活塞压力計	45
9. 管彈簧压力計	49
10. 膜式压力計	60
11. 彈簧压差計	62
12. 电气压力計	64
13. 压力計的安裝和檢驗	71
第三章 水平面測量仪器	77
14. 总論	77
15. 狹界液面仪	77
16. 寬界液面仪	82
17. 散粒性固体頂面的測量仪器	87
第四章 物料数量与流量的重量和容积測定仪器	91
18. 总論	91
19. 散粒性固体物料数量測定器	92
20. 液体数量和流量的測量仪器	103
21. 气体数量和流量的測量仪器	113
第五章 液体和气体流量的节流式測量仪器	120
22. 以节流作用測量流量的理論基础	120

23. 节流裝置.....	126
24. 节流儀器的安裝.....	138
25. 浮標流量計、鐘式流量計和環天平流量計.....	142
26. 定壓降流量計.....	155
27. 靜水壓力流量計.....	164

第二篇 溫度測量儀器

第六章 一般概念。膨脹溫度計..... 169

28. 總論。溫標.....	169
29. 膨脹溫度計.....	174
30. 感壓溫度計.....	178

第七章 熱電高溫計..... 183

31. 熱電偶的電動勢.....	183
32. 熱電偶的材料和構造.....	189
33. 電動勢的測量儀器.....	198
34. 熱電高溫計的安裝.....	220

第八章 電阻溫度計..... 225

35. 電阻溫度計的材料.....	225
36. 惠司登電橋.....	231
37. 以比率計測量溫度.....	234
38. 繞路佈置、繞路轉換和供電.....	239
39. 溫度測量的誤差及其消除方法.....	245

第九章 輻射高溫計..... 251

40. 輻射強度的測量.....	251
41. 光學高溫計.....	254
42. 全輻射高溫計.....	257

第三篇 物料成分和性質的測定儀器

第十章 工業中物料成分和性質的測定..... 262

43. 總論.....	262
44. 測定對象.....	263
45. 物料成分和性質測定儀器的分類.....	263

第十一章 氣體分析器..... 265

46. 總論和氣本分析器的分類.....	265
47. 化學氣體分析器的構造.....	266
48. 化學氣體分析器的安裝和工作條件.....	282