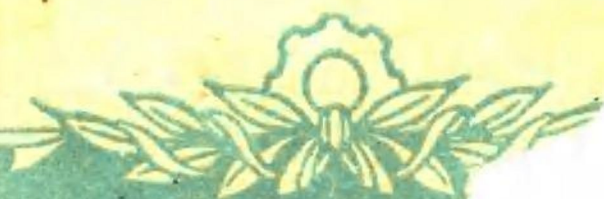


中等专业学校交流讲义

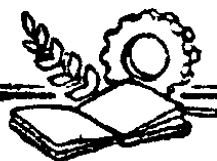
热工测量和仪表

南昌航空工业专科学校编



中国工业出版社

中等专业学校交流讲义



热工测量和仪表

南昌航空工业专科学校编

中国工业出版社

本书是根据1959年7月制定的热处理专业〔热工测量和仪表〕教学大纲要求编写的。本书介绍了热处理车间和实验室常用的热工测量仪表，其中包括温度、流体压力和流量的测量仪表。并着重叙述了热电式高温计的测量原理、种类、构造、使用、维护与校验，以及炉温的自动调节方法。

本书可作为中等专业学校金属热处理专业的教材，也可供从事本专业的工人和技术人员，以及其他热加工专业的有关人员工作时参考。

本书初稿是由南昌航空工业专科学校谭达吾同志编写，在1961年4月又由谭达吾同志及北京机械学院袁鸿英同志先后进行修改和补充。

热工测量和仪表

南昌航空工业专科学校编

*

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

机工印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $4 \frac{5}{8}$ · 字数 94,000

1961年7月北京第一版 1961年7月北京第一次印刷

印数 0001—2003 · 定价(9-4)0.46元

· 统一书号: 15165·548(一机-93)

前 言

在中等专业学校金属热处理专业开设“热工测量和仪表”课程仅有几年的时间。由于没有适合于热处理专业应用的教材，曾给教学上带来了许多不便。

本书是根据1959年7月由第一机械工业部组织有关院校在南昌航空工业学校编订的金属热处理专业“热工测量和仪表”的教学大纲编写的。初稿由南昌航空工业学校负责编写。于1960年7月又组织有关院校在北京机械学院召开的教材编审会议上对初稿进行了审查、修改，并油印成讲义分发各校使用。1961年3月有北京机械学院、太原机械学院、南昌航空工业专科学校、长春工业专科学校及沈阳冶金机械专科学校参加的热处理专业教材评选会议上决定以原印讲义为基础，结合各校所提意见，并参考沈阳冶金机械专科学校所编讲义，对原印讲义进行了适当的修改和补充。

由于编者的知识浅薄，特别是生产知识的不足，经验缺乏；同时时间仓促资料收集不够充分，因此缺点、错误在所难免，敬希读者批评指正。

对于在编写过程中，协助抄写和绘图的北京机械学院金相热处理教研室的有关同志表示感谢。

编 者

1961年4月北京

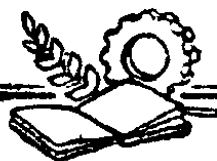
05015

目 次

前言	3
緒論	7
第一章 溫度測量及其自動調節儀器	12
第一节 概論	12
1 溫度的概念	12
2 溫度標尺	12
3 儀表的分類	14
第二节 膨脹式溫度計	14
1 液體玻璃管式膨脹溫度計	14
2 固體膨脹式溫度計	17
第三节 壓力表式溫度計	18
第四节 熱電式高溫計	19
1 熱電偶的物理理論基礎	19
2 熱電偶的構造與類型	24
3 高溫計用毫伏表	30
4 測量溫度用的電位計	44
5 熱電式高溫計測量溫度時的主要誤差及其消除方法	66
6 熱電式高溫計的安裝、使用和維護	76
7 熱電式高溫計的校驗	78
第五节 電阻式溫度計	82
1 電阻溫度計	82

2 电阻温度计的测量装置	84
第六节 辐射式高温计	89
1 概述	89
2 光学高温计	90
3 全辐射高温计	95
第二章 炉温的自动控制	102
第一节 炉温的控制方法	102
第二节 炉温的检查与自动控制系统	104
1 电阻炉的炉温自动控制系统	104
2 气体燃料炉的炉温自动控制系统	110
第三章 流体压力的测量	
第一节 概述	
第二节 液体压力计	
第三节 弹簧压力计	116
第四章 流体流量的测量	119
第一节 概述	119
第二节 用动压管测量流速和流量	120
第三节 用节流装置测量流量	122
1 节流装置	122
2 节流装置的基本流量公式	124
3 差压计	125
第四节 定压降流量计	126
第五节 容积式流量计和速度式流量计	127
附录	129

中等专业学校交流讲义



热工测量和仪表

南昌航空工业专科学校编

中国工业出版社

本书是根据1959年7月制定的热处理专业〔热工测量和仪表〕教学大纲要求编写的。本书介绍了热处理车间和实验室常用的热工测量仪表，其中包括温度、流体压力和流量的测量仪表。并着重叙述了热电式高温计的测量原理、种类、构造、使用、维护与校验，以及炉温的自动调节方法。

本书可作为中等专业学校金属热处理专业的教材，也可供从事本专业的工人和技术人员，以及其他热加工专业的有关人员工作时参考。

本书初稿是由南昌航空工业专科学校谭达吾同志编写，在1961年4月又由谭达吾同志及北京机械学院袁鸿英同志先后进行修改和补充。

热工测量和仪表

南昌航空工业专科学校编

*

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路10号）

（北京市书刊出版事业许可证出字第110号）

机工印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $4 \frac{5}{8}$ · 字数 94,000

1961年7月北京第一版 1961年7月北京第一次印刷

印数 0001—2003 · 定价(9-4)0.46元

· 统一书号: 15165·548(一机-93)

前 言

在中等专业学校金屬热处理专业開設“热工測量和仪表”課程仅有几年的时间。由于沒有适合于热处理专业应用的教材，曾給教学上带来了許多不便。

本书是根据 1959 年 7 月由第一机械工业部組織有关院校在南昌航空工业学校編訂的金屬热处理专业“热工測量和仪表”的教学大綱編写的。初稿由南昌航空工业学校負責編写。于 1960 年 7 月又組織有关院校在北京机械学院召开的教材編审會議上对初稿进行了审查、修改，并油印成讲义分发各校使用。1961 年 3 月有北京机械学院、太原机械学院、南昌航空工业专科学校、长春工业专科学校及沈阳冶金机械专科学校参加的热处理专业教材評选會議上决定以原印讲义为基础，結合各校所提意見，并参考沈阳冶金机械专科学校所編讲义，对原印讲义进行了适当的修改和补充。

由于編者的知識淺薄，特別是生产知識的不足，經驗缺乏；同时時間仓促資料收集不够充分，因此缺点、錯誤在所难免，敬希讀者批評指正。

对于在編写过程中，协助抄写和繪图的北京机械学院金相热处理教研室的有关同志表示感謝。

編 者

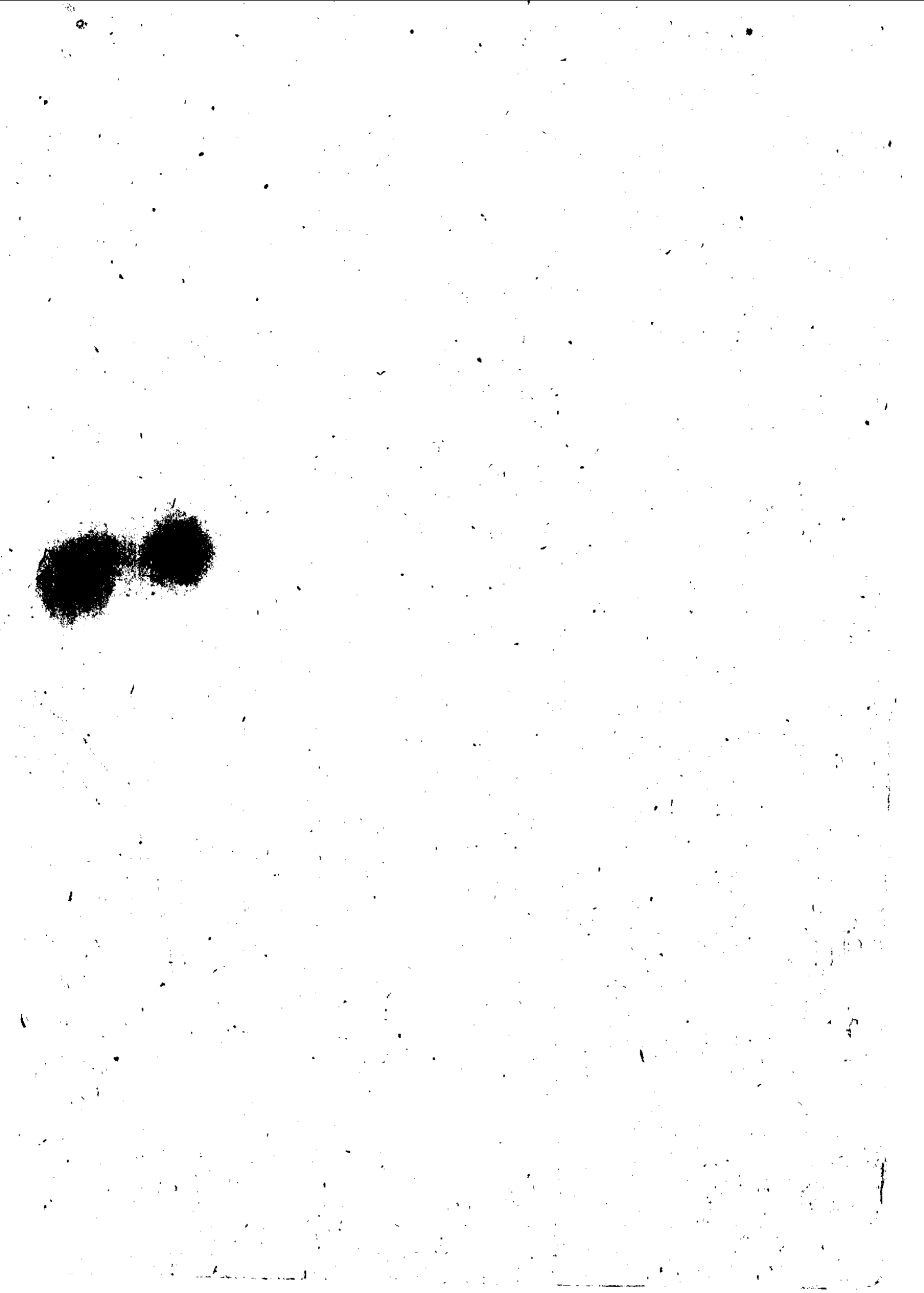
1961 年 4 月北京

05015

目 次

前言	3
緒論	7
第一章 溫度測量及其自動調節儀器	12
第一节 概論	12
1 溫度的概念	12
2 溫度標尺	12
3 儀表的分類	14
第二节 膨脹式溫度計	14
1 液體玻璃管式膨脹溫度計	14
2 固體膨脹式溫度計	17
第三节 壓力表式溫度計	18
第四节 熱電式高溫計	19
1 熱電偶的物理理論基礎	19
2 熱電偶的構造與類型	24
3 高溫計用毫伏表	30
4 測量溫度用的電位計	44
5 熱電式高溫計測量溫度時的主要誤差及其消除方法	66
6 熱電式高溫計的安裝、使用和維護	76
7 熱電式高溫計的校驗	78
第五节 電阻式溫度計	82
1 電阻溫度計	82

2 电阻温度计的测量装置	84
第六节 辐射式高温计	89
1 概述	89
2 光学高温计	90
3 全辐射高温计	95
第二章 炉温的自动控制	102
第一节 炉温的控制方法	102
第二节 炉温的检查与自动控制系统	104
1 电阻炉的炉温自动控制系统	104
2 气体燃料炉的炉温自动控制系统	110
第三章 流体压力的测量	
第一节 概述	
第二节 液体压力计	
第三节 弹簧压力计	116
第四章 流体流量的测量	119
第一节 概述	119
第二节 用动压管测量流速和流量	120
第三节 用节流装置测量流量	122
1 节流装置	122
2 节流装置的基本流量公式	124
3 差压计	125
第四节 定压降流量计	126
第五节 容积式流量计和速度式流量计	127
附录	129



緒 論

1. 热工測量仪表在生产中的重要作用

科学和技术的进步，大多是和測量技术的发展密切相关的，而作为技术測量的工具——仪器仪表則是工业生产和科学技术研究的耳目，是提高近代工业机械化、自动化、电气化水平和发展先进科学技术的重要环节。它們是保証生产安全进行，設備正常運轉，工艺稳定和产品质量提高的重要条件。

作为正确选择加热、保温和冷却的规范从而改变合金的性能的热处理工作来说，正确而及时的測量工艺过程中的各項参数更是不可缺少的。在热处理生产中所測量的参数主要是溫度、流体压力和流量。这些参数的測量統称作热工測量。

正确的安排热工測量工作首先是保証热处理产品的优良质量，并且能够提高劳动生产率，节约燃料和材料，改善工人的劳动条件；从而使热处理生产走向机械化、自动化，从根本上改变热处理車間的面貌。

尽管仪表在工业生产中具有无可置疑的重大意义，但是在解放前由于我国是半封建、半殖民地性质的社会，工业生产极端落后，在許多工厂中不用或很少应用仪表控制生产，就是需用极少量的仪表也多靠国外进口，根本談不上有仪表工业的发展。

全国解放以来，在党的英明领导下，热工測量仪表工业

也象其他工业部門一样，得到了飞跃的发展，在我国第一和第二个五年計劃期間，随着国民經济各部門的高速度发展，科学和技术水平的迅速提高，特别是尖端科学技术的研究；“高、大、精、尖”产品的制造；生产过程的机械化与自动化和大量的現代化工厂的建造，对仪表工业提出了数量上、质量上和品种上的全面要求。

在党的社会主义建設总路綫指导下，貫徹了两条腿走路的方針，使我国初步建立了仪表制造业，并吸取了苏联和其他兄弟国家的建設經驗；我們先后建立起了許多大型的、現代化的热工仪表厂，在全国許多省、市和地方也都兴建了不同类型的仪表制造厂。

我們在仪表工业的发展过程中，貫徹了大搞群众运动的方法；由于我国工人階級發揮了敢想敢干和科学分析相結合的精神，几年以来，尤其是在1958年的大跃进中，我国仪表制造工业試制和生产了新品种，其中有的是高級精密产品。

为了适应生产发展和爭取尽快的攀登科学技术高峰，我国先后成立了一些有关热工仪表的研究单位，并在大专学校中設立了仪器仪表专业。

鉴于从事热处理和其他热加工的工作者，对热工測量仪表的知識应有所了解。因此，本課程的任务是：讲述热工測量的基本知識，介紹現代机械制造厂和冶金工厂热处理車間中常用的各种典型的热工測量仪表的构造、工作原理、使用、維護和校驗，使讀者在实际工作中能够正确选用、維護和校驗它們，并能及时地发现和解决这方面的有关問題。

2. 关于測量中所应用的術語

刻度标尺 沿着任一线条上分布的記号的总和。这些記号表示許多与被測数值相应的一系列数值。

讀数 在測量时按讀数装置或記錄紙所讀出的数目，或用計算方法获得的数目（积算式仪表），根据讀数可以确定仪器的指示值。

仪表的指示值 根据讀数而确定的測量数值。它是以量計单位表示的名数，而讀数則是純粹的数字。

指示誤差与相对誤差 仪表的指示值与所測的实际数值的差别，称为仪表的指示誤差。誤差有正負誤差之分。例如溫度的測量仪表的指示值为 105°C ，而实际溫度值为 100°C ，則仪表的誤差为 -5°C 。

相对誤差 是将仪表最大測量范围的指示誤差表示。例如指示誤差为 $\pm 5^{\circ}\text{C}$ ，最大測量范围为 $0 \sim 100^{\circ}\text{C}$ ，則仪表的相对誤差即为 $\pm 0.5\%$ 。一般評定仪表质量是用相对誤差来表示的。

基本誤差与附加誤差 基本誤差是指仪表在标准工作条件下相应的最大指示誤差。当工作条件不符合标准工作条件时，由于外界的影响会引起附加的誤差。

修正值 与仪表指示誤差数值相等符号相反的数值称为修正值。例如仪表的指示誤差为 -25°C ，則修正值为 $+25^{\circ}\text{C}$ 。所以：

$$\text{实际数值} = \text{指示值} + \text{修正值}$$

准确度級 表征仪表的工作质量（即測量結果的可靠程度）用准确度級表示。准确度級是以最大允許誤差占最大刻度范围的百分数数字部分来表示。例如仪表在最大刻度范围

的允許誤差為 $\pm 0.5\%$ ，則儀表的準確度級為0.5級，通常都把準確度級記在儀表的刻度板上。

灵敏度 儀表的指示器的綫位移或角位移，與造成這一位移的被測數量的數值變化之間的比值稱為儀表的灵敏度。

3. 熱工測量儀表的分類

熱工測量儀表按其用途不同可分為測量儀表與自動調節儀表。

測量儀表 是用來表征生產過程及設備操作中的參數數量（如溫度、壓力、流量等）所運用的儀表。

自動調節儀表 是借專門的機構能維持被測參數的變化在給定的規定值所用的儀表。當因某種原因，被測系統被破壞時（能量或物質的輸入與輸出不能平衡），自動調節儀表可根據不平衡的信號指揮，作用於有關的執行機構上（閥門、繼電器等），通過適當的改變被測系統中的收支（能量或物質）情況，將被測參數恢復到原來的規定值範圍內。

根據儀表的讀數方式不同可分為以下三類：

指示式儀表 通過指示器（指針、光點或信號）在儀表刻度上直接的表示出被測量的瞬時值。

自動記錄式儀表 通過專門的裝置自動地將儀表全部工作時間或一段工作時間內的測量結果記錄下來，根據這些記錄，可以看出在工作過程中某一參數的變化情況，從而能夠分析和判斷工藝過程和設備的工作情況。

積算式儀表 通過“積算器”可以測量出一段時間內被測量的總和。這些數據對於進行經濟核算，確定產品成本和取得實際的技術-經濟指標是十分需要的。

根据仪表的准确度及其应用不同，测量仪表还可分为范型仪表和实用仪表两种。

范型仪表 范型仪表的任务是用来保持和复制测量单位，或对各种仪表进行校验和刻度工作，它们都具有最高的准确度。用于前一目的的具有最高准确度的范型仪表，称作标准仪表。

实用仪表 实用仪表是指所有供实际测量用的仪表。实用仪表又可分为实验室用的和工程上用的两种。前者要求有较高准确度，而后者则要求具有能满足生产需要的、预先规定的准确度即可，对于工程上用的仪表还应具有结构使用方便、价格便宜等特点。

在实际工作中有的仪表是经常固定在某一设备上连续或间断的工作；而另外一些仪表则可能常常改变工作位置（如对某一设备进行短时测量或校验正在工作中的仪表），因此仪表在结构上又可分为固定式仪表和便携式仪表两类。

最后，测量仪表还可根据测量的参数不同分为温度、压力、流量及气体成分分析用的测量仪表等。