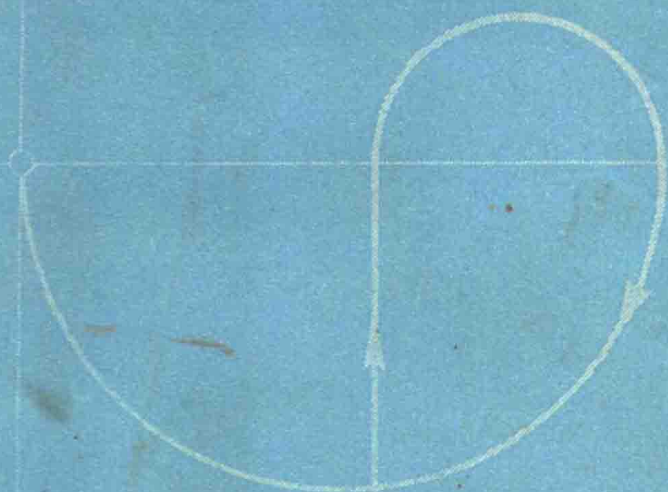


自动化丛书



制件尺寸的自动检测

〔苏联〕Л. М. 馬依节勒著 林明邦译

上海科学技术出版社



內 容 提 要

本书是“自动化丛书”之一。丛书内容包括自动学及远动学的理論,自动装置、元件和仪器的結構及应用等。丛书选题主要取自苏联及其他国家的有关資料,也包括国内編写的专题論著。本丛书由“自动化丛书編輯委员会”主編。

本书討論最常用的各种制件尺寸自动检测系統(主动检测系統和被动检测系統)的作用原理、綫路图和使用范围。并叙述最重要的各种变送器,它們的接綫图,以及各种工业用自动检测装置和仪器。

本书可供工程技术人员参考,也可供学生参考。

АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ РАЗМЕРОВ ИЗДЕЛИЙ

Л. М. Майзель

Госэнергиздат • 1961

自动化丛书(39)

制件尺寸的自动检测

林明邦 譚 徐俊榮 校

自动化丛书編輯委员会主編

上海科学技术出版社出版 (上海瑞金二路 450 号)

上海市书刊出版业营业许可証出 093 号

上海市印刷三厂印刷 新华书店上海发行所发行

开本 787×1092 1/32 印張 4 排版字数 86,000

1964 年 10 月第 1 版 1964 年 10 月第 1 次印刷 印数 1—10,000

統一书号 15119.518 定价(科六) 0.48 元

前 言

在很多情况下，人工检测工序比直接生产工序的劳动量要大得多。例如，冲压制件的时间通常只要几分之一秒，而用人工去检测它的尺寸却要好几秒。又如滚压螺栓螺纹的时间只要1~2秒，而用人工去检测它的质量却要几十秒。苏联很多企业中的检验人员的人数有时要占生产工人人数的20~30%。因此，靠人工检测制件的加工精度，通常很难适时预知废品，也不能及时对机床进行调整，而且经常产生大批不合格产品。

所有以上这些情况，已使苏联近年来在工业中（特别在机器制造业中），开始大力拟订和采用各种不同的自动检测方案和自动检测工具。

在核子物理学领域内的科学技术上的各种成就，对在国民经济中更有成效地运用自动检测有着极显著的促进作用。

本书所探讨的是一些最常用的零件和制件尺寸自动检测系统，以及这些系统主要组成部分的作用原理和各种装置。由于本书篇幅所限，对于自动检测中所用的式样极为繁多的各种装置，作者不可能都作深入的分析。

作 者

目 录

前 言

第1章 制件线值尺寸自动检测装置的分类	1
1. 总分类	1
2. 主动检测装置	1
3. 被动检测装置	6
4. 原始脉冲的变换方法	7
5. 自动化的程度	10
第2章 变送器	11
6. 直接作用式机械变送器	11
7. 带机械放大装置的机械变送器	12
8. 电气变送器	13
9. 气动变送器	26
10. 光学变送器	34
11. 辐射变送器	47
第3章 变送器线路图	54
12. 电接触变送器	54
13. 电感变送器	56
14. 电容变送器	62
15. 电子-参量变送器	65
16. 光学变送器	66
17. 辐射变送器	69
第4章 制件尺寸自动检测装置的应用范围	72
18. 自动检测装置的应用	72
19. 统计自动检测法的应用	75
第5章 工业用尺寸自动检测装置简图	83
20. 带直接作用变送器的自动检测装置简图	83

21. 带电接触变送器的自动检测装置简图	88
22. 带屏蔽变送器的自动检测装置线路图	98
23. 带电容变送器的自动检测装置线路图	99
24. 带气动变送器的自动检测装置简图	101
25. 带光学变送器的自动检测装置简图	108
26. 带辐射变送器的自动检测装置简图	112
27. 转子式自动线的自动检测装置简图	116
参考文献	119

第 1 章

制件綫值尺寸自动 檢測裝置的分类

1. 总 分 类

自动檢測制件綫值尺寸的裝置品种是极为繁多的，它們可以按照各种特征进行分类。其中最主要的分类特征如下：

(1) 檢測裝置对加工制件的工艺阶段有沒有作用，加工工艺阶段是决定所檢測制件的尺寸的；

(2) 原始脉冲有沒有变换和原始脉冲变换的方法；

(3) 檢測的自动化程度。

根据对工艺过程有沒有作用，檢測裝置可分为二类：(1) 主动檢測裝置和(2) 被动檢測裝置。

2. 主动檢測裝置

主动檢測裝置在制件的加工过程中对工具机发出作用，使工艺过程的进程改变。它有几种不同形式。

在制件的加工过程中檢測制件的裝置

它的用途在于：当制件达到規定尺寸时，使加工停止，或使这时的加工状况自动改变。

这种检测装置又可分为与所检测零件相接触的装置和无接触作用的装置两类。

在用接触检测法的装置中，一次测量机构就是用弹簧压在所检测零件表面上的测量头(图1 a 和 б),或是量规。测量头一般装在检测装置传动机构的杠杆或连杆端。

上述检测装置可以借机床来定位,借加工的零件来定位,

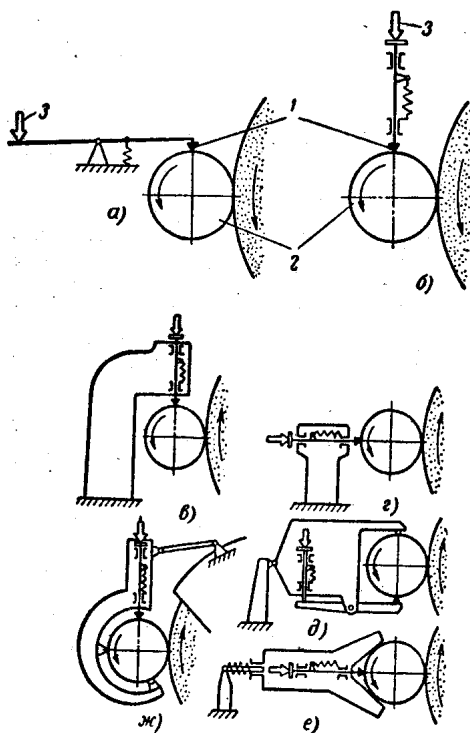


图1 接触法检测装置的原理图

a—装在杠杆上的测量头；б—装在连杆上的测量头；
1—测量头；2—被检测零件；3—测量仪表；a、г—
单点接触式；д、е—两点接触式；ж—三点接触式

或同时借机床和加工零件来定位。

借机床定位的检测装置称为单点接触式检测装置，因为它与零件的联系，只有在测量头与所检测表面相接触处的一点（图1*e*和*v*）。在这种装置中，零件位置相对机床的任何变动，都会严重影响测量结果，特别是当测量头布置在压退零件的力的作用平面内时（图1*v*）。

同时借机床和加工零件定位的检测装置称为两点接触式检测装置，因为它通过支撑脚和测量头与零件有两点处发生联系（图1*δ*和*e*）。当被检测零件在垂直面内移动时，图1*δ*的装置将会随着零件一起移动。在这种情况下，当零件在水平面内受到压退力时，引起的测量误差是很小的。

借加工中的零件定位的检测装置称为三点接触式检测装置，因为它用两个支撑脚和一个测量头与零件相联系（图1*ж*）。这种装置有一个缺点，即甚至很小的侧向力也会使它歪斜。

在上面列举的各种检测装置中，两点接触式检测装置是最可靠和最精密的。接触式检测装置的共同缺点是测量头会有磨损。

无接触自动检测法与接触检测法相比有许多优点。

无接触检测法的重大优点之一是敏感元件的感受部分无磨损。此外，无接触自动检测法能够在高温或高速加工下进行的生产过程中使用，此乃是接触检测法所完全做不到的。

无接触检测法可以用气动变送器、光学变送器、磁屏蔽变送器和放射性变送器，也可以用有涡流效应的电感变送器。

調 节 器

调节器是一种能在制件加工过程完毕后对机床的工作机

构起調節作用的檢測裝置。它可以裝在加工制件的機床上面，也可以裝在機床的外面。加工完的制件送入調節器的測量系統。如果制件的尺寸相對規定尺寸有不允許的偏差，則調節器的執行機構就對機床的刀具起作用，改變它的位置，借以校正以後的制件的尺寸。

通常，自動調節作用要在不合規定尺寸的制件達到一定件數時才進行。這是因為產生廢品的原因不一定是機床本身工作得不好，而可能是鑄件質量不好，毛坯在機床上安裝得不正確或其他偶然因素所引起，在此類情況下可防止機床作不必要的停車。

鎖塞和防護裝置

這類裝置按本身結構來說很接近調節器。它的用途是在刀具損壞、引入了尺寸不正確的毛坯，或其他可能使設備損壞或對工人造成危險的各種情況下，使機床停車或使毛坯停止進給。

鎖塞和防護裝置包括一個測量機構和一個執行機構，測量機構在制件加工前或加工後檢測尺寸；執行機構使機床停車或使毛坯停止向機床進給。

所有主動檢測裝置都是預防性的檢測裝置，能防止出現廢品。圖 2a 是主動檢測裝置的典型結構方框圖。它由一些獨立的單向作用元件所組成，這些元件分別完成完全規定好的任務，並按閉合回路聯接（即具有主要反饋）。

在測量裝置 1 中，被檢測量 X 與它的規定量 Y 進行比較。如果這兩個量不相等，在測量機構的輸出端就出現一個偏差訊號或誤差訊號 Z ，它的大小與差值 $Y - X$ 成比例，或與一固定強度成比例。裝置 2 用來放大偏差訊號（或誤差

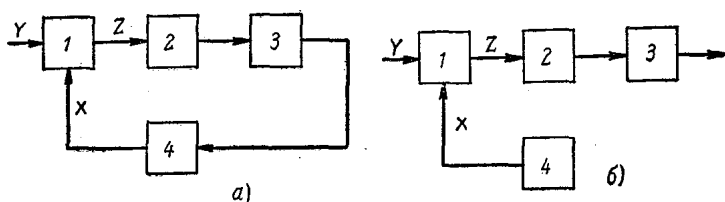


图2 自动检测装置的结构方框图
a—主动检测装置； b—被动检测装置

讯号)的功率,使它能控制执行机构3,装置2同时也用来变换偏差讯号,使它便于为以后应用。在执行机构对所控制对象4(例如机床的刀架)的作用下,被检测参数的数值就改变,使偏差量 $Y-X$ 减小,以至完全消除。

有时候,上述结构方框图中的各个元件,可能在结构上联在一起,而某些作用(如讯号放大或讯号变换)也可能是没有的。

在加工过程中自动检测制件尺寸的方式,在无冷却液(当干磨时)的磨床上用得很多。在车削工序中,这种主动检测方式尚用得有限,主要是由于发热、切屑、冷却液等原因会引起测量误差。同时,这些因素却不影响调节器的工作,因此在车削工序中,应用调节器是很成功的。

刀具磨损的自动补偿器也属于主动检测装置。这种装置监视的不是被加工制件的尺寸,而是刀具的磨损量。刀具的磨损可能是随时间均匀发展的,也可能是不均匀的。如果已知刀具的磨损规律,就可以根据相应的规律使刀具或制件按脉动方式(以规定频率)移动来自动补偿磨损。

如果刀具的磨损规律不知道,或者这个规律是不能利用的,自动补偿器就必须按刀具工作面的坐标连续地或按规定节拍周期地检测刀具的磨损度,使刀具或制件作相应的移动。

图3就是周期地检测齿轮磨床砂轮磨损量的自动补偿器的简图。

在活动杠杆1上镶有平面形金刚石2, 金刚石离砂轮5的表面为1毫米。每隔5秒钟, 当回转凸轮6转到某一个位置时, 杠杆1的销子7落入凸轮周沿的凹槽中, 并带动金刚石向砂轮表面移近。如果砂轮的磨损量超过了允许值, 触点3和4会在金刚石与砂轮表面接触之前闭合。触点的闭合使棘轮的掣爪动作, 每隔5秒钟发出一个脉冲, 每次使砂轮向金刚石移动1微米(即朝磨损方向进行补偿), 一直到金刚石在触点闭合之前先与砂轮表面相接触为止。

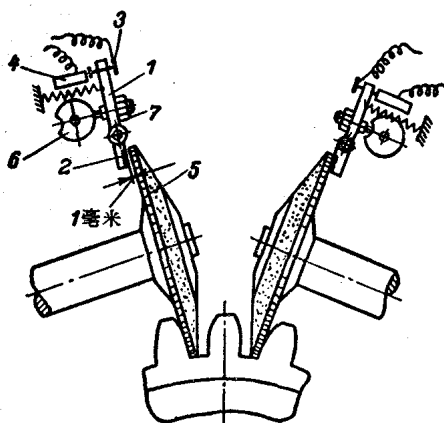


图3 自动补偿器简图

3. 被动检测装置

被动检测装置只是测量制件, 而不干预制件的制造工艺过程。同时它也可以按照制件的实际尺寸分成“合格品”和“废品”两组, 或分成“合格品”、“废品+”和“废品-”三组。这样的装置通常称为废品鉴别装置。在需要把制件分成更多组数

的情況下(例如為了獲得最佳工作間隙的配合而精選制件時，組數可能達到幾十組，即多級分類)，這種檢測裝置就稱為分類裝置。

這些廢品檢別裝置和分類裝置通常又統稱為檢測-分類裝置。圖 26 是被動檢測裝置的結構方框圖。它是由一些單向作用元件組成的開斷回路。

在測量機構 1 中，被檢測量 X 與它的規定量 Y 進行比較。裝置 2 起着使訊號 Z 進行變換和功率放大的作用，然後用來控制執行機構 3，在執行機構的作用下，被檢測制件按照誤差訊號的大小分成許多組，最後導入相應的接收裝置中。

4. 原始脈沖的變換方法

檢測裝置所以要按照原始脈沖(即誤差訊號)有沒有變換和原始脈沖變換的方法進行分類，是由於所檢測尺寸與公稱尺寸間的偏差一般是很小的，因而原始脈沖常為低能量級，而且它的形式不便于傳送和下一步的利用。所以只是極少數的檢測裝置利用原始脈沖直接作用到執行機構(即沒有變換器和放大器的檢測裝置)。在這種系統中(通常是機械系統)常用界限量規來進行檢測和分類，量規同時完成測量機構和執行機構的雙重作用。使用的量規是各種改進形式如：剛性量規、楔形量規和可伸縮量規等。

在極大多數情況下，原始脈沖在檢測裝置中要經過變換和放大。按照訊號的變換方法，檢測裝置分為機械的(杠桿式的)、電氣的、氣動的、光學的、放射性的等等。

上述的分類法在某種程度上是人為規定的；它只取決於基本變換方法，而後者又由原始感受元件的形式來決定名稱。實際上，大多數的裝置都是綜合性系統，同時要用到幾種形式

的变换和放大。例如,测量头(电接触检测装置或电感检测装置的)通常都装着杠杆机构;有时检测装置的电气部分借电磁铁对机械分类装置起作用,即成为电气-机械系统。

在原始脉冲用机械放大方式的检测装置中,一般采用杠杆、齿轮和其他传动环节,它们的作用是使任何元件的位移都比测量杆的行程增大。在这种装置中,位移没有变换成其他形式的脉冲。杠杆机构用得最多。

在电气变换法中,用到的有下列几种:

(1) 电阻法(用得很少),在这种方法中,制件尺寸变化与电气装置感受到的变阻器或半导体的电阻变化发生联系。

这种变换器的例子有:辐射测热器式变换器,它利用的是电热线圈或热敏电阻在受空气流冷却时的电阻变化,而此空气流的强度则随制件尺寸而变;线变换器(即应变变送器),它由来回弯曲的细金属线或金属箔两面用纸粘贴而成。应变变送器把粘附着它的膜片的机械变形变换成电阻变化,而此膜片的变形则随制件尺寸而变。

(2) 电接触法,它所根据的是:电接点的闭合或断开随制件尺寸而定。

(3) 电感法,它所根据的是:电感线圈阻抗的变化随制件尺寸而定。

屏蔽式变换器按作用原理讲与电感变换器很相近,它所根据的是:放在变压器绕组近旁的被检测制件(是导体)中,会感应出磁涡流,在这去磁涡流的作用下,变压器绕组的耦合系数发生变化。

(4) 电容法,它所根据的是:电容器电容的变化随制件尺寸而定。

(5) 电子-参数法,它所根据的是:用电子管内零件的机

械位移来直接调节电子管电流，而这机械位移的大小则随被检测制件的尺寸而定。

(6) 压电法，它所根据的是：当对某种晶体（例如石英）的机械轴方向或电气轴方向施加力时，在晶体表面会出现电荷；而此作用力以及相应的电荷量则随被检测制件的尺寸而定。

在尺寸检测领域内，电阻法和压电法目前用得还很少，所以在本书中以后不再讨论。

在带气动变换器的检测装置中，利用的是空气压力或空气流量与出气喷嘴尺寸之间的关系，而此出气喷嘴尺寸则随制件尺寸而定。

用光学法变换脉冲的检测装置有很多种。其中最主要而在自动检测系统中用得最多的是光电法，它所根据的是：由被检测制件尺寸所决定的光通量强度变化时，具有外光电效应和内光电效应的光电元件的电阻的相应变化。光学杠杆法亦用得很多，在此方法中，机械位移被变换成光束偏移。

辐射变换法，目前应用的有放射性法和 X-射线法两种。放射性法所根据的是：放射性同位素的 β -射线束或 γ -射线束的强度降落与此射线所穿过的被检测制件厚度的关系。X-射线法是利用：X-射线的吸收度与被检测制件厚度之间的关系。

在其他一些变换法中，用得最多的还有：(1) 紧弦法，在这种方法中，当被检测尺寸变化时，会影响弦线的张力和它的固有振动频率，从而可确定制件尺寸；(2) 磁致伸缩法，它所根据的是：磁路阻抗的变化决定于铁心机械应力的变化，而此铁心机械应力的变化则与被检测制件尺寸有一定的函数关系。

5. 自动化的程度

按照自动化程度，制件綫值尺寸自动檢測装置可以分成三类：(1)机械化檢測装置；(2)半自动檢測装置和(3)自动檢測装置。

在机械化檢測装置中，利用与测量机构独立无关的专门机械把制件进給和安置到测量位置上，随后进行的自动测量尺寸并不随同发生供分类或調节用的脉冲；換句話說，这是一种最简单的被动檢測装置。例如，制件的自动测量并打下尺寸印記，或当加工中的制件或加工完的制件的檢測尺寸超出公差范围时，只发出相应的灯光訊号或声音訊号。

在半自动檢測装置中，制件进給和安置到测量位置上的情况，与上述机械化檢測装置相同，但它能自动测量并发出供分类(按規定的公差带范围分类)或調节用的脉冲。这种半自动檢測装置既可用于被动檢測，也可用于主动檢測。

最后，在自动檢測装置中，所有工序：如把制件輸送和安置在测量位置上、对它进行测量、按規定公差带范围分类以及发出供調节用的訊号等，全部联成一个統一自动作用系統；这就是一种典型的主动檢測装置。

第2章

变 送 器



凡是包括产生原始脉冲的测量机构在内的各种装置，我們都称为变送器。变送器可能也附有能变换或放大原始脉冲的装置。

6. 直接作用式机械变送器

前面说过，刚性量规、楔形量规或可伸缩量规常作为直接作用式变送器之用。当使用刚性量规时，制件在自重或外力作用下要挤过量规，然后根据它通过或不通过量规的情况引进不同的接收槽中。

楔形量规是一种具有可变缝宽的量规，用于轴形制件的检测中。使用时，制件沿量规楔缝的两个刀口移动，在缝宽相当于制件尺寸处它就通过楔缝，落到相应的接收槽中。

在可伸缩量规中，缝宽是周期性地变化的，当缝宽变到等于被检测尺寸时，制件就通过缝。同时落到此刻在量规下面的相应接收槽中。

图4a~c是用各种量规测量制件外径的示意图。图4d和e是各种测量制件内径的方法。图4x和y则是检测制件长度和高度的示意图。量规的形式应根据检测时制件移动量最小和检测装置传动系统最简单的条件来选择。例如，当测

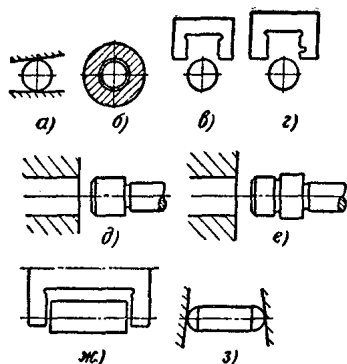


图4 用各种量规测量制品的示意图

a—楔形量规；b—环规；c—单限卡规；d—双限卡规；
e—单限塞规；f—双限塞规；g—卡规；h—楔形量规

量轴形制件中央圆柱部分的直径时,用卡规来检测最合理,而当测量它的两端直径时,用环规最合理。

7. 带机械放大装置的机械变速器

这类机械式自动检测装置能把与被检测制件表面相接触的测量头的微小位移变换成巨大位移,因此提高了装置的灵敏度。机械变速器可分为两种:无量规式和带量规式。

图5a所示是无量规式机械变速器的示意图。

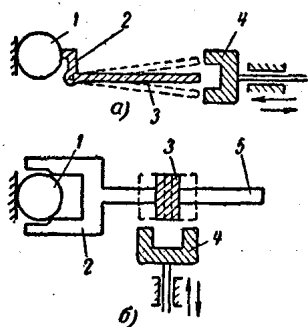


图5 机械变速器的示意图

a—无量规式；b—带量规式

曲臂杠杆短臂2的测量头与放在测量位置上的被检测零件表面相接触。杠杆长臂3的位置就由零件实际尺寸所决定:当零件尺寸等于公称尺寸时,长臂3的位置是水平的;当