

技工学校交流讲义

汽轮机安装工艺学

上册

北京电力工人技术学校编

学校内部使用



中国工业出版社

目 录

第一章 汽轮机安装前的准备工作	1
第一节 汽轮机安装前的組織准备	1
第二节 汽轮机安装前的技术組織	5
第三节 汽轮机安装所常用的精密仪器和工具	8
第四节 汽轮机安装专用工具介紹	23
第五节 設備開箱清点及保管	37
复习思考題	43
第二章 垫料、涂料、填料、研磨料及特殊材料	44
第一节 垫料、涂料与填料	44
第二节 研磨料	53
第三节 特殊材料介紹	55
复习思考題	63
第三章 起重及运搬	63
第一节 起重工具	64
第二节 起重机械	104
第三节 起重設備的試驗架設鉴定及使用一般导則	114
第四节 起重搬运主要技术	118
复习思考題	127
第四章 汽轮机安装中的基本钳工工艺	128
第一节 刮削工艺	129
第二节 研磨工艺	149
第三节 靠背輪拆装	165
第四节 測幌度、軸弯曲及測紧力	171

复习思考題	180
第五章 汽輪机本体的預检修及預組合	181
第一节 安裝前各部檢查与质量要求	181
第二节 基础中心划綫及設备位置确定	196
第三节 設备的預組合	201
复习思考題	211
第六章 汽輪机安裝	212
第一节 汽輪机安裝基本程序	212
第二节 基础台板的安裝	213
第三节 汽缸及軸承座的安裝	218
第四节 汽缸找平及拉鋼絲找中心	236
第五节 軸承的安裝	248
第六节 轉子就位檢查和轉子揚度測定	265
第七节 轉子按軸封洼窩找中心	273
第八节 轉子按靠背輪找中心	278
第九节 隔板安裝及軸封間隙調整	315
第十节 通汽部分間隙檢查与調整	332
第十一节 永久墊鉄的安裝和扣大盖	339
第十二节 汽輪发电机二次澆灌	355
第十三节 保溫及化粧板安裝	358
复习思考題	359

第一章 汽輪机安装前的技术組織

汽輪机是现代重要的原动机之一。它的构造复杂而精密。其一切輔助设备及管道亦是錯綜复杂的；同时随着时代的进展，汽輪机的发展方向是高参数大容量，因此构造上愈来愈复杂，愈来愈精密；这就会給安装者带来更艰巨的任务。

因此，合理地做好工程的准备工作，是保証汽輪发电机安装进度平衡的重要条件。若工程准备工作做得不够，往往会使正确的施工組織受到影响，使得工程不能按期开工，延迟了竣工日期。

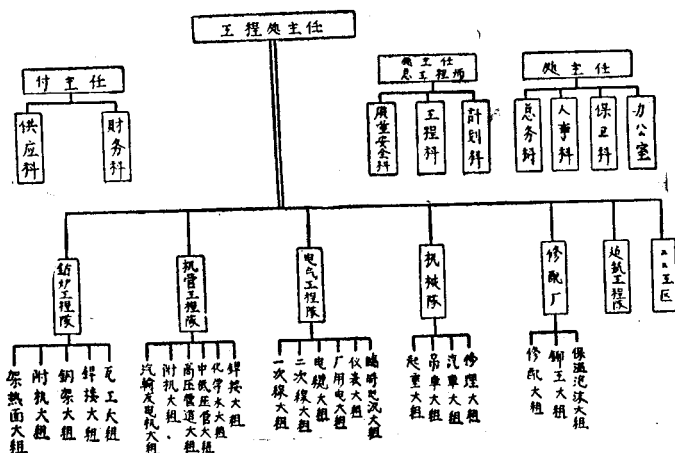
对于安装业务管理的疏忽大意，会使某些设备的零件遗失，损坏，甚致必須重制，也会延长安装的期限，并无形中增加工程的成本。正确的工程計劃、设备的配置、器具的运用和工地自己制作，对安装工作都起决定性的作用。

第一节 汽輪机安装前的組織准备

一、行政組織机构及人員組織配备 汽輪机組安装的組織系統；由各省局領導下的工程公司，而下設安装工程处，并成立專門的安装队进行各种设备的安装工作；行政組織形式以某电管局基建公司基建工程处为例：（表1-1）

人員組織和技术力量的配备是安装工作中一項最重要的准备工作，必須很好的安排。这对工程的安装质量和速度具有特別重要意义的。在整个安装过程中，劳动力的需要是波浪形的，它随着每个阶段的工程进度情况，而有多有少。为

表 1-1 某电业管理局基建工程公司基建工程处行政組織机构表



了能滿足在施工过程中，劳动力达到平衡，必須全面考虑和安排工程进度，作出施工进度表，安排好每一阶段所需之劳动力。当然，还得适当考虑到劳动力的来源；尽量貫徹因地制宜的原則，根据各地具体情况，制訂出一个配备計劃。但在制訂过程中一定得从实际出发或大致相吻，不允許太多或太少，否則会在施工过程中造成窩工或者缺乏人力。这势必会影响工程成本和进度。人員組織和技术力量配备主要是根据以下原則进行的：

1. 根据施工条件安排，在設備尚未运到現場或部分运到，或是全部运到而由于技术力量不足，甚至土建条件不允許安装时，可以安排一部分人員搞准备或設備檢查檢修工作，而大部分人員可以进行施工技术理論学习及进行鉗工培訓。同时亦应抽出适当時間进行政治理論学习。

2.根据工作量的需要：在正式进行安装过程中，大部分工作都是平行作业。即使是扩大组合，它与平行作业也毫无矛盾之处。当然，每一部分所需要的人力是不同的。这就需要根据工程量的轻重分配适当的人力。可能同一种工作每天需要的人员都有不同，那么在施工前一天就作出劳动力的平衡计划。

3.根据技术要求：当某些工作技术要求较高，施工工艺又复杂时，同时为了优质、高速地进行安装，则就要求有一定技术和经验的人员去做。这应考虑到劳动力如何分配最合理，才能使生产任务完成得更好更快。

4.根据任务缓急分配劳动力：在任何一期工程施工中，总是有轻重缓急工作出现；例如：汽轮机要启动，前要先要锅炉送汽，而锅炉必须要求化学水室先供水。因此，安排劳动力就得考虑到这一点；然而更主要的是要求班、组展开劳动竞赛，相互支援。

有了合理的施工组织，还得保证施工工期，则必须制订严格的工作制度。

在分配劳动力时应照顾到本人的工作性质，因为安装者个人都是受到一定专门训练的。特别是老技工具有一专独能的特点，如分配不当而给他不熟悉的工作，这势必会影响工作，甚至出现对工作的反感。故应尽量避免。同时这也是不允许的。

工作制可以根据人力的多少和任务完成的情况来确定的，一般尽量采取一班制。当任务确实紧迫而需增班时，则也可以合理的制订二班制或三班制。但劳动时间决不允许超过8小时。

二、场地及工具房等布置

1. 場地布置:

在選擇汽輪機設備堆放場、組合場、修檢場、彎管場時，必須都靠近汽輪機專用鐵路線旁。同時也應考慮到不受主厂房今后扩建的影响。場地的大小应根据汽輪機設備的大小和多少来决定。彎管場不但要靠近鐵路專用綫，而且要求它靠近大五金庫和管道堆放場，便于取材。

各个工場的划分应以工作方便为原则，避免于工作中互相影响。同时应有通往各个工場的消防道路，尤其是通往汽机房的道路。

对于雨季、夏季和冬季必須采取适当措施以保証工程順利的进行。在場地四周应考虑排水沟。同时，应考虑到当年的最大降雨量，才能使雨水无阻的排掉。

2. 工具房等布置：在選擇辦公室、工具室、倉庫、更衣室以及乙炔氣供給站，汽水門及疏水器等檢修場、电焊机及車床安設位置時，必須根据汽輪发电机的全部安裝設計，以免和安置設備及管路安裝处发生冲突。上述各房屋应修建在干燥、温暖、防灰、阳光充足的場所。

工具房的布置要求靠近施工現場。汽机本体的工具房最好設在汽輪機基础平台上。其大小是根据工程量的範圍而決定。同时也要考虑到現場实际情况。

在工具房內应設置各种工具分摺在帶格立架上。通常工具室的一边完全放置工具架，格內摆放各种小型工具。另一边安放大型工具和器具等。其他的地方可以安放一两台虎鉗或砂輪。

鉗頭和大鎚放在木架上。在工具房的中央，最好装設三角架，保管各种螺絲和起重絞盤。在工具房的空处，放置一带格子及有鎖的立櫥保存控制一測量仪表。

第二节 汽輪机安装前的技术組織

一、現場观察 在汽輪机安装前，首先进行設備清点、檢查和檢修。若沒有把組合場、檢修場等場地預先平好和压好，否則工作就不能順利的进行。同时檢查施工中所必不可少的設施：如电焊机、氧乙炔設備的安放位置以及卷揚机和起重設備的安置位置等。水电源的布置也得檢查 其 对 施工过程中的合理性。

应当掌握土建工程的情况，檢查其对汽輪机本体和所有附属設備安装的准备程度；檢查所有管道的生根部分准备程度；尤其应当檢查下列各項的准备程度：

1. 汽輪机室：四面墙壁、房頂、楼板、門窗、玻璃鑲装情况等；
2. 汽輪发电机及附属設備下的基础；
3. 凝汽器室內特別应注意安装位置下的地面板的情况及其基础；
4. 高压給水泵的基础。

檢查汽机室內是否有桥型起重机，檢查和了解許可負荷以及能使用的日期。

二、熟悉圖紙、技术交底、施工預算 施工前必須認真地熟悉圖紙，檢查圖紙上是否有錯誤。

檢查圖紙时应看各視圖間的相互位置、尺寸或标注是否相符或各視圖能否对得上；系統圖与布置圖是否发生矛盾；管道相互間是否有碰撞或穿过門窗等現象。若有上述各种現象发生，則应反映給有关施工負責人，会同甲方和設計代表改变設計或采取另外措施，加以合理解决。在圖紙檢查完毕后，应研究各設備的組合，了解設備构造特点，理解調速系

統及油管路的及汽水管路系統圖，并估計某項工作中可能遇到的困難。通曉蒸汽的規範、汽輪機零件的熱膨脹及容許的間隙。

在安裝前，應由施工技術負責人同班組施工人員共同仔細地熟悉設計資料，同時向修配場委托施工中所需之配件，如支架、吊架、汽輪機所缺少的零件、臨時及永久墊鐵、法蘭盤及其各種螺絲等。

施工技術負責人應事先向直接施工者講解圖紙，會同技術員共同研究施工方法，說明哪一些是重要的，哪一些是次要的；并指出可能發生問題之處。但事先未取得主管人和設計的同意，不許隨便更改圖紙。

技術交底

技術交底主要是使施工人員明確工作目的，看到工作中有利條件和不利條件。做到胸中有數，克服工作中困難。以便合理的訂出工作計劃，確保工作順利進行，提高安裝質量。

技術交底時應由施工負責人把施工項目、工作範圍、工作要點和工作量的大小以及完成的日期、設備的構造特點、安裝程序與工作要點等全部的向工人進行介紹，使工人能夠充分全面了解。

同時，也應事先把已知道的在施工中可能發生的施工技術問題或工具不足等問題毫無保留的交給直接施工者，讓他們早有準備，便于一邊施工一邊解決。當然，有關一般重大問題，必須請示有關主管負責人的同意。

在安裝汽輪機時，通常由本國制造廠、國外工廠或設計機關供給的資料如下：

1. 廠房布置圖紙：圖上繪有汽輪機室、除氧間、水處理

室、等平面、断面图，图中应有全部设备和主要管路的布置。

2.各部管路施工图：

- (1)主蒸汽管路；
- (2)主給水管路；
- (3)循环水、凝結水、抽汽、排汽疏水、空气设备疏水、油系統等各項管路。

3.设备及管路明細表。

4.管路詳图及其所有支吊架制造安装图。

5.汽輪机和所有设备的主要图紙。

6.设备的热力系統图。

7.附有說明的汽輪机調速系統图。

8.汽輪发电机及其各种设备的基础图。

9.平台和楼梯图以及各种有关图等。

10.基础台架和汽輪机汽缸、发电机及各种水泵的安装图。

11.汽輪机出厂記錄图。

在安装过程中应尽量爱护图紙，小心丢失或弄坏。因为这些图紙及資料在安装结束后，应移交給运行人員。

根据上述图紙，应按施工进度表，制訂出由本工地班組制作配件的进度表。这一計劃也应預先由班組长同技术員共同制訂，再向施工人員交待清楚。并一定要說明配件的放置处以及如何安放等情况。免得施工高峰时搞乱。

編制施工預算

編制施工預算的主要目的是备料和根据預算在工程结束后进行成本核算的。施工預算就是根据施工图和設計图紙作出切实可行的預算表，以供材料供应科及时訂貨备料。特別

是一些不易买到的材料更应及早提出，以便与制造厂签订合同予以制造，免得因材料设备不能及时供应而拖延工程进度。

编制预算时应特别防止材料、设备有遗漏或规范写错等现象发生。对材料和设备的规范单位和数量等也应填写正确，免于发生错误。

须要编制预算的材料和设备分做两类，其中一类是装设性材料和设备；另一类是消耗性材料。装设性材料设备如：管子、型钢、角钢、支吊架和大中型阀门等。消耗性材料很多，如：棉纱、汽油、电焊条、氧气、乙炔棉布等，随安装设备的不同而应具体的做出这项预算。

当然，有些主要材料如高温高压合金钢管，合金三通、大小头、高温高压截门等，一般都有设计部门预先提出资料供有关部门向国外或国内订货。在施工现场编制的预算主要是一般炭素钢管、型钢、中低压截门以及其它消耗材料等。

实际上，施工现场对任何材料都要编制施工预算，目的是便于成本核算；同时也由于高温高压管路往往分两个工地（锅炉及汽机）施工，为便于平衡起见，目前的施工预算不但作为备料的依据，同时还作为班组施工过程中领料的依据。在编制施工预算过程中若粗心大意，想得不全面，或不认真往往能把重要的设备材料忘掉，不能编入预算内，则会在施工中造成严重的影响；甚至能造成对某项工种的停工。因此，编制施工预算是施工前一项非常重要的工作。

第三节 汽轮机安装所常用的精密仪器和工具

一、精密仪器 汽轮机和发电机安装过程中必不可少的要应用一些精确度较高的测量仪器，帮助我们正确的量度各

机件的外形尺寸、中心水平位置的調整情况及各部机件的联合配合程度以及調整間隙等。經常使用的精密工器具有塞尺、卡尺、千分尺、水平器、桥形規、平尺、振动表、轉数表等。現將它們的构造原理及用途分述如下：

1. 块規：是一种精密的量具，用来檢驗某些較精密的量具，如卡尺，千分尺的精确度和檢查精密机件的尺寸及划綫时使用。块規的形状很多如图1-1所示。

2. 塞尺：是檢查間隙的一种量具，安装中常用来檢查固定机件与轉动机件之間的縫隙和檢查联結接触面之紧固程度等。

塞尺是具有一定硬度，彈性和耐磨性的鋼材制成。并由不同厚度的条形片組成。它分为平面和楔形的两种，普通安装用的平面塞尺长度在100~150毫米，200、300及400毫米，厚度可分0.02~1.00毫米等几种不同規格如图1-2和图1-3所示。

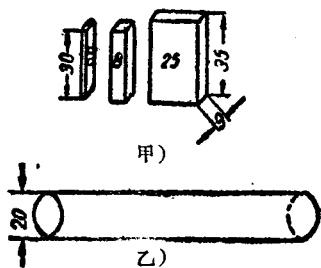


图 1-1 块規的形状
甲—棱柱形；乙—圆柱形。

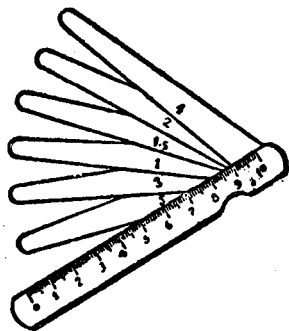


图 1-2 平面塞尺

測量时，每片可单独使用或根据需要可以二、三片合并使用，但四片以上就不允許了。使用时先将各片上的污物擦

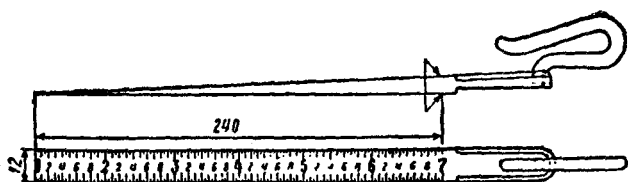


图 1-3 楔形塞尺

干淨。檢查時先將塞尺片找平找正，對准位置慢慢向間隙里塞，不要以過大的壓力塞入，否則不小心時 0.1 毫米以下的薄片頭部最易碰彎卷、摺皺了，而影響測量的準確性。甚至使塞尺折斷。楔形塞尺如上图 1-3 所示，它的精確度為 0.10 毫米，所以精確度要求不嚴的地方可用它測量。例如：測量反動式汽輪機動靜葉片間的間隙，如果用它來量，可以縮短很多時間。無論那種塞尺用完后應妥善保護，經常擦油，以防生銹。

3. 游標卡尺：是一種普通量具，它可以用來測量工作物的內、外徑，寬度、厚度、深度和高度等各種尺寸，形式很多，按用途的不同可分下列幾種：

- (1) 普通游標卡尺 一般測量使用；
- (2) 深度游標卡尺 專測工作物的深度；
- (3) 高度游標卡尺 專測工作物的高度；
- (4) 齒形游標卡尺 測齒輪齒形之用。

安裝中最常用的是普通的游標卡尺，有時也使用深度游標卡尺，其他兩種很少使用。由於它們的結構原理相同，因此僅敘述一下普通游標卡尺的構造和使用：

通常游標卡尺根據游標上的刻度，可讀出的最小讀數不同，分為 0.10 毫米，0.05 毫米及 0.02 毫米三類，一般常用的

讀数为0.10毫米的卡尺(图1-4)而其他两种是在測量較精密部件时使用。

讀数为0.10毫米的游标卡尺主尺每小格刻度为1毫米，副尺上的游标刻度在9毫米长度上刻为10等分，即每格寬为 $9 \times \frac{1}{10} = 0.9$ 毫米。比主尺上的刻度每格少0.1毫米。当主尺与游标两刻度的零綫(起始綫)对准重合时，則游标上最后一条刻度(第十条綫)与主尺9毫米的綫(第九条綫)重合，若活动卡脚带动游标向右移动0.1毫米，則其上的第一条綫和主尺上的第一根綫重合(其他綫均不重合)。若向右移0.2毫米时，仅游标尺上的第二根綫与主尺刻度重合。移0.3毫米則与第三綫重合，依此类推，即在測量凡是小于1毫米的小数时不必用肉眼估計，讀副尺上的游标刻度与主尺刻度重合格数即可，实际讀法举例如下：

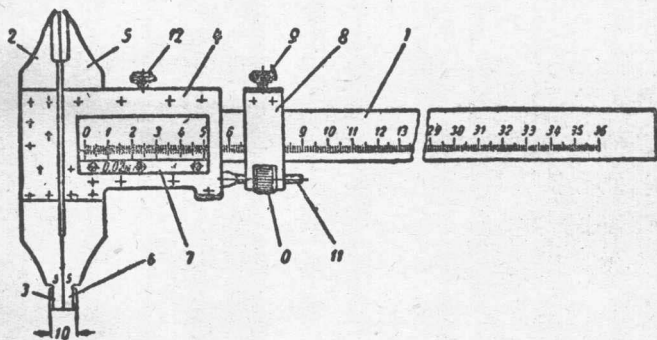


图 1-4 讀数为0.1毫米帶深度的游标卡尺

1—主尺；2、3—卡脚；4—框架；5和6—类似的卡脚；7—游标；8—移动块；9—螺絲；10—螺母；11、12—螺絲。

卡尺測量出尺寸后，第一步先看主尺上在副尺上零綫以

左的第一个刻度綫上示出的整数是多少，第二步再看副尺零綫以右方向游标刻度第几格与主尺刻度綫相重合，然后将二数相加即得所测的尺寸，如图 1-5 讀数为 4.8 毫米 ($4 + 0.8 = 4.8$ 毫米)。讀数值 0.05 及 0.02 毫米的游标卡尺的刻度原理与上述相同，仅在分度上有所不同。0.05 毫米的副尺游标刻度每小格为 $\frac{19}{20}$ 毫米共 20 格，主尺每毫米比副尺游标刻度每格多

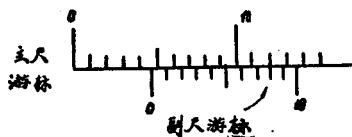


图 1-5 游标卡尺讀数法

0.05 毫米，当主副尺零綫重合时，副尺第 20 格与主尺 19 毫米的刻度相重合。讀数值 0.02 毫米的游标卡尺比以上两种都較精确，但使用方法

相同，故不再介紹。

实际应用中証明：游标讀数值为 0.05 及 0.02 毫米时，因其刻度較密，在測量中常发生讀錯的情况，主副二尺相重合的刻度极不易看清楚，反而使測量讀数不精确，故当需要使用这两种卡尺时有时用千分尺代替。

当使用卡尺測量时，应防止随意碰撞或測量粗糙毛坯工作物，使卡脚部分碰变形或使活动卡脚松动，产生摆动而影响測量的精确性。

4. 千分尺：按其用途不同可分为內徑外徑、深度千分尺等。它們的构造原理是按着螺旋的进退而制成的。用它測量工件比游标卡尺准确些，所以有人也叫它螺旋測精器（或測微器），常見的內外徑千分尺較多，現分述如下：

(1) 外徑千分尺，(图 1-6) 所示。

它是专门用来測量工作物的外徑，寬度，高度等尺寸

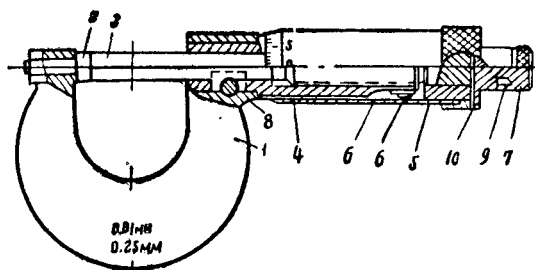


图 1-6 外径千分尺

1—马蹄架；2—砵；3—千分絲杆；4—有橫刻度的固定套筒；5—与3共同轉动的套筒表面帶有刻度；6—調整帽；7—帽：測量時用手轉動此帽使千分尺絲杆進退；8—偏正止銷，使測的尺寸不易變動；9—棘爪；10—棘盤。

的。每一千分尺只能測量某一範圍內的尺寸如：0~25毫米，25~50毫米等按次逐步增大。測量時應先將千分尺絲杆与砵碰在一起檢查刻度綫是否對零，若有誤差可先記錄或調整帽6，調整至零位，測量時旋轉帽7，使千分絲杆移動，當絲杆与工作物接觸，帽7內發生响声後，停止旋轉，并先讀主尺4上的刻度整數值，再讀游標5上的刻度，兩讀數相加就是所測的尺寸。

主尺刻度一格為0.5毫米，游標刻度在轉套周圍刻50格每格為0.01毫米。

讀法舉例如下：

將被測工作物放在千分絲杆与砵口內旋轉帽7，直發生响声後，第一步先看出主尺的整格數（該數上、下格均算）每格0.5毫米，第二步再看游標刻度那一格正好和主尺的縱綫相合，最後將兩次讀數相加即是所求的測量的結果（注意主尺每格0.5毫米，游標尺上每格0.01毫米千萬不要加錯）。

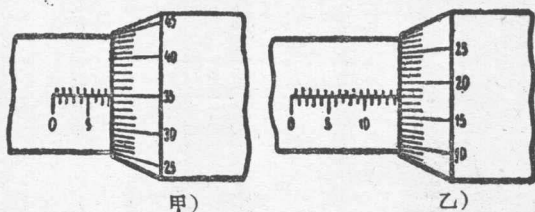


图 1-7 千分尺刻度讀法
甲—8.35毫米；乙—14.68毫米。

(上图所示讀数：甲) 8.35毫米。乙) 14.5 毫米 + 0.18 毫米 = 14.68毫米) 用千分尺去測量圓的外徑，要想得到精確的結果，應該測量一次之後轉 90° 再測量一次。并且由兩人去讀数以免錯誤。如果要制造一些重要的，精確的机件，如汽机主軸，在苏联往往把厂內用的千分尺一同送到制造厂去，以免两把千分尺測量出来有差錯。

(2) 內徑千分尺：是精確的測量50毫米的圓孔的內徑、方孔、高度等尺寸用的，其結構如图 1-8：

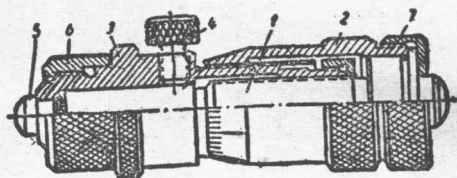


图 1-8 內徑千分尺

1—千分絲杆；2—有游标刻度的轉动套筒；3—有主刻度的固定套筒；
4—止动螺絲；5—測头；6—保护套；7—調整帽；可調整讀数誤差。

在安裝中是經常的使用內徑千分尺的，如測量汽机各大件的中心，軸承的內徑等。为了使一盒千分尺能測量各种长度的尺寸，千分尺常帶有一套不同长度的接长杆如：(图1-9)。