

高等学校試用教科书

仪器零件及机构

(修訂本)

天津大学等六院校集体选編

孙家嘉 傅雄刚 修訂

只限学校内部使用



中国工业出版社

高等学校試用教科书



仪器零件及机构

(修訂本)

天津大学等六院校集体选編

孙家鼐 傅雄刚修訂

中国工业出版社

本书是天津大学等六院校集体编写的“仪器零件及机构”一书的修订版。由天津大学孙家鼐、傅雄刚修订，苑文炳复阅。

本书除绪论外，共有十二章，分为三个部分：第一部分讲述仪器中通用零件，包括联接件、弹性元件、支承和导轨的结构及其设计计算方法；第二部分讲述仪器中通用传动机构，包括杠杆传动、间歇运动机构、齿轮传动和螺旋传动的结构、运动分析和设计计算方法；第三部分讲述仪器中常用部件，包括限位器、定位器、调速器、阻尼器、减震器、仪表外壳和示数装置等的基本原理及其设计计算方法。

本书作为高等院校仪器方面专业的教材，也可供仪器生产部门设计工作人员参考。

仪 器 零 件 及 机 构

(修订本)

天津大学等六院校集体选编

孙家鼐 傅雄刚修订

*

第一机械工业部教材编审委员会编辑（北京复兴门外第一机械工业部）

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

北京市书刊出版业营业许可证出字第110号

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $15^{3/4}$ ·字数359,000

1961年9月北京第一版

1965年3月北京第二版·1965年3月北京第六次印刷

印数14,911—17,620·定价（科五）1.80元

*

统一书号：K15165·711（一机-109）

修訂版序

本书初版是 1961 年在天津召开的精密机械仪器专业教材选編會議上，由仪器零件及机构教材选編小組，以天津大学及北京工业学院等校的有关讲义为基础修訂补充而成。当时参加选編小組的有浙江大学、哈尔滨工业大学、华中工学院、清华大学和天津大学等校参加該次會議的有关教师。該次选編工作的目的，主要是为了尽快地解决教材“有无”問題。选編工作是在大約半个月的时间內完成的，时间比較仓促。出版后經過两年来的試用，有关学校对本书初版提出了許多宝贵的意見。

为了进一步提高本教材的质量，經今年在天津召开的仪器仪表类专业教材編审委员会討論研究后，决定对本书初版进行修訂。

完全按照今年新訂的教学大綱把本书初版修訂成一本高质量的教材，需要較多的时间。因此，會議决定在完全符合教学大綱要求的教材編写出来之前，先組織力量对本书初版进行初步修訂，并要求在今年內完成这次修訂工作。

由于时间比較短，加上我們还有教学任务，因此，在这次修訂中，我們只做了下列的工作：

1) 根据新訂的教学大綱，刪掉了初版中的摩擦传动、联軸器和精密仪器設計概論三章，并把其余各章的名称和排列順序，按照新訂教学大綱进行了修改。

2) 对保留各章的内容，参照新訂教学大綱进行了初步修訂。补充了一些本书初版中沒有、而新大綱中規定了的内容，包括“用图表确定杠杆机构尺寸参数的方法”、“精密螺旋传动的設計原則”和“标尺的精讀方法”等等；刪掉了本书初版中的新大綱沒有列入的内容，包括“光学零件与机械零件的联接”、“凸輪机构”和“棘輪机构”等等。此外，为使學生便于掌握某些主要零件和部件的設計計算方法，有些章节中編入了一些例題。

3) 对本书初版全文进行了校閱。修改了初版中某些不妥或錯誤的字句，替換了若干不妥的插图，并在本文中为某些說明不够的插图补入必要的說明。

4) 本书初版中引用的标准、材料牌号等多系苏联标准，在这次修訂中，尽可能地換用了我国的标准。

参加这次修訂工作的是天津大学孙家鼐和傅雄刚。修訂后由苑文炳复閱。修訂工作的分工是：第一、第二、第三和第五章由傅雄刚进行修訂；第六、第七、第九、第十、第十一和第十二章由孙家鼐进行修訂。緒論、第四章和第八章基本未动，只是更改了个别的字句，这项工作是由苑文炳在复閱过程中就便进行的。

新訂教学大綱中列入的选题部分之一——“微动装置”一章，由于时间关系，这次修訂沒能將此部分补充到本书中。

在这次修訂工作中，虽然我們尽了一定的努力，力求使修訂后的这本教材能較好地滿足教学上的需要，但由于水平和时间的限制，不妥甚至錯誤之处仍恐难免，尚希讀者批評指正。

修訂者

1963 年 11 月

目次

修訂版序		第 五 章 杠杆传动与間歇运动机构	123
緒論	1	§ 5.1 把灵敏元件位移传送到示数装置的 杠杆机构	123
第 一 章 联接	5	§ 5.2 平行四杆机构	138
§ 1.1 一般概念	5	§ 5.3 导轨机构	139
§ 1.2 螺釘和螺紋联接	6	§ 5.4 三角凸輪	141
§ 1.3 銷釘联接	14	§ 5.5 槽輪机构	143
§ 1.4 速拆联接	17	第 六 章 齿輪传动	149
§ 1.5 夹紧联接	19	§ 6.1 仪器制造中的齿輪传动	149
§ 1.6 焊接	20	§ 6.2 摆綫嚙合与漸开綫嚙合的比較	151
§ 1.7 钎焊	23	§ 6.3 钟表嚙合	152
§ 1.8 胶接	26	§ 6.4 銷輪嚙合	156
§ 1.9 鑄合	27	§ 6.5 特殊嚙合	157
§ 1.10 膩接	30	§ 6.6 齿輪传动的传动精度	158
§ 1.11 压合	30	§ 6.7 齿輪传动的空程	161
§ 1.12 铆接	32	§ 6.8 仪器制造用齿輪传动的設計	165
§ 1.13 弯折联接	36	第 七 章 螺旋传动	174
第 二 章 弹性元件	37	§ 7.1 基本知識	174
§ 2.1 基本知識	37	§ 7.2 精密螺旋传动的結構及設計原則	174
§ 2.2 片簧的結構与計算	39	第 八 章 限动器与定位器	180
§ 2.3 盘簧的結構与計算	42	§ 8.1 限动器	180
§ 2.4 双金属片	56	§ 8.2 定位器	185
§ 2.5 螺旋弹簧的結構与計算	60	第 九 章 調速器	188
§ 2.6 膜片及膜盒	63	§ 9.1 基本概念及其种类	188
§ 2.7 波紋管	77	§ 9.2 制动式調速器	189
§ 2.8 弹簧管	80	§ 9.3 擒纵式調速器	202
第 三 章 支承	85	第 十 章 阻尼器	208
§ 3.1 支承及其种类	85	§ 10.1 阻尼器的基本理論	208
§ 3.2 圆柱支承的結構与計算	86	§ 10.2 常用阻尼器的結構及其阻尼系数的 計算	211
§ 3.3 圓錐支承和頂針支承	95	第 十 一 章 减震器与仪表外壳	216
§ 3.4 軸尖支承的結構与計算	97	§ 11.1 基本知識	216
§ 3.5 球支承	102	§ 11.2 减震器	216
§ 3.6 滾珠支承	104	§ 11.3 仪表外壳	222
§ 3.7 刀口支承	108	第 十 二 章 示数裝置	228
§ 3.8 弹性摩擦支承	110	§ 12.1 基本概念	228
§ 3.9 气体或液体摩擦支承	113	§ 12.2 标尺指針示数裝置	228
§ 3.10 磁支承	114	§ 12.3 計数裝置	244
第 四 章 导轨	115	§ 12.4 記錄裝置	245
§ 4.1 基本知識	115	参考文献	247
§ 4.2 滑动摩擦导轨	115		
§ 4.3 滚动摩擦导轨	119		
§ 4.4 弹性摩擦导轨	122		

緒 論

随着生产繼續不断的发展，仪器的应用越来越广，仪器的品种越来越多，并且逐漸完善起来。目前，仪器已經广泛地应用到国民經济的各个部門，成为观察、測量、計算、記錄和控制自然現象和生产过程的工具。特别是工业生产部門中，無論是机械制造业、冶金工业、动力工业、化学工业等等，都大量地使用着各种类型的仪器。仪器应用的广泛程度和仪器本身的完善程度，直接影响着各部門产品的质量。在現代化和自动化的工业企业中，由于采用了高质量的自动化仪器来自动調节和控制生产过程，不仅更好地保证了产品的质量，而且大大地提高了劳动生产率。

国民經济的发展，就要求科学技术的发展，为了发展科学技术，必須进行一系列的試驗和理論上的研究探討，而仪器是进行科学研究的得力助手，是进行試驗时必不可少的工具。仪器制造业的发展水平在某种程度上代表了生产和科学技术的发展水平。由于生产和科学技术的日益发展，对仪器制造业無論在产品的品种上、数量上和质量上都不断提出了更高的要求。同时生产和科学技术的日益发展也为仪器制造业的发展創造了更好的条件，开辟了更广闊的途径。

很早以前，我們的祖先在仪器制造方面，曾經作出过許多重要的貢獻。例如算盘、指南針、指南車和記里鼓車，以及渾天仪、地动仪等天文仪器，都是我們祖先的著名发明創造。但是几千年来，由于我国长期处于封建制度的統治之下，特别是解放前，我国人民深受帝国主义和反动統治階級的剝削和压迫，严重地束縛了社会生产力的发展，所以解放以前我国的經济基础十分薄弱，仪器制造的水平也远远落后于科学技术发达的国家。根本沒有現代化的仪器制造工业，仅有为数不多、規模极小的半手工工业式的工厂和作坊，只能从事簡單仪器的装配和修理。

解放以后，在党和政府的正确领导下，我国的仪器制造业几乎从无到有，先后建立了一些完全現代化的仪器制造厂。扩建和改建了一些中小型的仪器制造厂。并且試制和生产了一定数量、具有一定水平的产品。仪器制造工业正在不断地迅速发展和提高。与此同时，也相应地开始了仪器制造方面技术干部的培养工作和仪器制造方面的科学研究工作。先后在一些高等工业学校和中等技术学校中建立了仪器制造方面的专业。在科学院和其它有关部門成立了仪器制造方面的科学研究机构。

1958年党提出了“鼓足干劲，力爭上游，多快好省地建設社会主义”的总路綫。在总路綫、大跃进和人民公社三面紅旗的光輝照耀下，我国的仪器制造业和所有其它国民經济部門一样，开始进入了日新月异的高速度发展阶段。全国很多地方兴建和扩建了不少的仪器制造厂。先后設計、試制和生产了大量的新产品。并且开始由仿制过渡到独立設計的新阶段。很多高等学校也开始建立新的仪器制造方面的专业，并且进行了大量的科学研究工作，一支新的仪器制造方面的技术力量正在迅速地壮大成长。仪器制造工业的体系正在逐漸形成。

目前，我国的仪器制造业和其它工业部門一样，正在为提高产品的质量，增加产品的品种，加强生产中的薄弱环节，繼續开展群众性的技术革新，为節約原材料，降低成本和

提高劳动生产率而努力。可以断言，随着国民经济不断发展的需要，我国的仪器制造业今后必将更加蓬勃地发展。在不太长的时间内，无论在产品的品种上，产品的数量上和产品的质量上，都将很快地赶上世界的先进水平。

仪器的品种很多，使用范围也很广，并且随着科学技术的发展，不断出现各种新的仪器。因此，对所有仪器进行分类是一个相当复杂的问题。而且由于分类的目的不同，分类方法也有所不同。为了研究问题方便，常常按照使用目的的不同，把仪器分为下列几类：

- 1) 观察仪器；
- 2) 量测仪器；
- 3) 记录仪器；
- 4) 计算仪器；
- 5) 控制仪器。

观察仪器主要是借助仪器的作用，扩大人们的视觉，以便更真实地反映某种客观现象。例如望远镜、显微镜等。

量测仪器主要是借助仪器的作用，直接或间接地把待测量和量测单位进行比较。例如各种测长仪、温度计、压力计和天平等。

记录仪器主要是借助仪器的作用，使客观上存在的某些暂时或瞬间的现象，以及它们的变化情况，用记录的方法保存下来。例如各种摄影仪器和各种自动记录仪器等。

计算仪器主要是借助仪器的作用，代替和帮助人们在较短的时间内，迅速地解决比较复杂或繁琐的数学运算。例如模拟计算机和数字计算机等。

控制仪器的作用是代替人们自动或半自动地使被控制的设备，按照一定的规律，完成人们所要求的工作。例如化学工业生产中应用的各种自动调节仪器和飞机的自动驾驶仪等。

应该指出，上述分类方法，并不是绝对的。实际上，目前很多新的复杂仪器，常常是不同类型仪器的组合体。例如某些复杂的自动控制仪器，不仅具有控制部分，同时也包括观察、测量、计算和记录部分。

仪器的品种很多，构造也各有不同，但是量测仪器却常常是其它类型仪器的基础，而且应用最广，往往成为复杂仪器的基本组成部分。典型的量测仪器通常都是由灵敏元件、传动放大机构和示数装置三个基本部分所组成。

1) 灵敏元件：用来在感受某一物理量后，将其转换成另一种物理量，它所感受的物理量可以是待测量，也可以是经过前面一些灵敏元件转换后的另外一种物理量。也就是说，一个量测仪器可以包含一个或一个以上的灵敏元件。当仪器工作时，第一个灵敏元件所感受的就是待测量，而以后的灵敏元件所感受的，则是经过上一个灵敏元件转换后的物理量。

在量测仪器中所以要采用灵敏元件的主要原因是：量测仪器的工作，实质上就是把待测量和量测单位进行比较，比较后所得到的比值就是待测量的大小。但是，除了极少数的物理量，例如长度、重量等等，可能作出物质的量测单位（量具）直接和待测量进行比较外，对于多数物理量来说，是不适于或者不可能直接进行比较的。因此，在量测仪器中，常常需要采用灵敏元件，以便把不便于直接进行比较的物理量转换成易于直接进行比较的物理量。

在采用灵敏元件的量测仪器中，待测量经过一系列的转换后，常常是最后转换成和待测量有一定函数关系的力或力矩，然后利用某种弹性力和这个力或力矩平衡。结果，就使灵敏元件上的某些点产生位移。

产生弹性力的元件，可以是一个单独的专用零件，例如磁电式电流表中的游丝，也可以是和灵敏元件结构上不可分割的整体，例如用于压力表中的包端管等等。

2) 传动放大机构：用来把灵敏元件上给定点的位移传给示数装置，通常，应用传动放大机构的目的是：

1. 灵敏元件上给定点的位移常常是很小的，为了保证足够准确地读取量测结果，就需要利用传动放大机构把灵敏元件上给定点的位移放大后，再传给示数装置。

2. 把灵敏元件上给定点的位移性质改变成示数装置所需要的位移性质，例如，示数装置中指针的位移常常是角位移，而灵敏元件上给定点的位移则可能是直线位移，在这种情况下，就需要利用一定的传动放大机构把直线位移改变成角位移。

3. 有时，由于仪器结构上的原因，不宜于、或者不可能直接联接灵敏元件和示数装置，这样，也就需要利用传动放大机构作为中介把它们联接起来。

4. 在某些仪器中，其灵敏元件给定点上的位移与待测量的变化不成直线关系，这时，如果希望示数装置中的标尺是等分刻度，也可利用变传动比的传动放大机构来补偿灵敏元件位移与待测量的非直线关系，使示数装置中指针的位移能与待测量的变化成直线关系，关于这一点，将在第十二章“示数装置”中详细讨论。

3) 示数装置：用来在接受传动放大机构的位移后，指示出待测量的数值。

现在我们用一个具体量测仪器为例，来说明上面的论述。

图 0.1 所示是蒸汽压式温度表的原理图。其工作原理如下：测温包 1 和微导管 2、包端管 3 联接在一起，包端管的自由端（不与微导管相连的一端）是封闭的。因此，测温包 1、微导管 2 和包端管 3 构成一个封闭系统，其中，测温包中装有一部分液体，整个系统的其余空间充满这种液体的蒸汽。液体的蒸汽压力和温度有一定的函数关系。测温包安装在需要测定温度的地方。

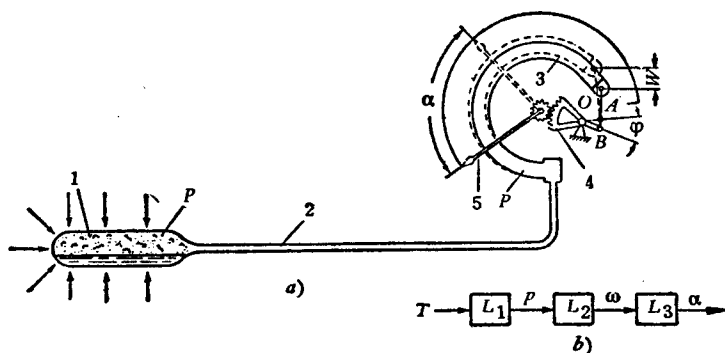


图 0.1 蒸汽压式温度表原理图：

1—测温包；2—微导管；3—包端管；4—传动放大机构；5—指针。

P —压力； W —包端管自由端位移； α —指针转角

一定的待测温度值，将使测温包内的液体产生一定的蒸汽压力，这就是说，通过测温包把待测的物理量——温度转换为压力。因此，测温包就是这个仪器的第一灵敏元件。

包端管为一弯曲的椭圆断面的薄壁弹性金属管，它与微导管联接的一端是固定的。

包端管在由微导管传来的蒸汽压力作用下，产生力图伸直的力，这个力被包端管本身所具有的弹性力所平衡，并因而使其自由端产生一定位移。

因此，包端管是这个仪器的第二个灵敏元件，这个元件通过作用力和本身弹性力的平衡，把压力转换成位移。

与包端管自由端相联的是传动放大机构 4。传动放大机构 4 实质上是由两个基本机构组成：杠杆机构 ABO 和由扇形齿轮与齧轮组成的齿轮机构。前者把包端管自由端的直线位移改为角位移，以适应示数装置的要求。后者是用来把位移放大，以便能准确地读取示数。

这个仪器的最后一个部分——示数装置是由和传动放大机构相联的指针 5 和标尺（图中没有划出）所组成。通过指针转动后的位置，可以在标尺上指示出温度的数值。

上面所举的例子是量测仪器组成的一种典型情况，它全部地包含了前面谈到的三个组成部分。

必须指出，并不是所有量测仪器都包含有上述三个部分。例如，大部分对准式量测仪器就没有灵敏元件。

在直接示数式量测仪器中也有例外，例如用来测定小位移或小长度的钟表式千分表，由于待测量本身可以直接量测，不需要再转变成其它的物理量，所以不需要灵敏元件。

也有些直接示数式量测仪器没有传动放大机构，例如磁电式量测仪器等等。

一般说来，仪器和机器在构造上并没有截然的区别。但由于仪器和机器的使用目的不同，使用要求和构造特点也有所不同。通常机器不外是用来做功、产生动力和传递动力，而仪器则主要是用来进行观察、测量、计算、记录和控制。仪器工作的好坏，往往首先取决于仪器的精度。因此，仪器是否能满足必要的工作精度，是一个非常重要的问题。和机器相比，一般仪器常常是比较小巧、轻便、工作中受力较小。因此，在仪器设计中，虽然结构的强度问题仍然存在，但是一般情况下，按照结构所确定的零件尺寸，强度往往不会发生问题。而主要是着重考虑如何选择正确合理的结构，保证仪器必要的工作精度，在准确、可靠的基础上，进一步满足结构紧凑、使用方便等其它技术要求以及经济性的要求。只有在受力较大和其它必要的情况下，才按照强度计算的方法，确定某些零件的结构尺寸。因此，在研究各种仪器零件、机构和部件的选择和设计方法时，应当比较突出地反映仪器对精度的要求这一观点，这也是仪器设计中的一个重要特点。

组成仪器的零件、机构和部件是多种多样的，但是这些零件、机构和部件基本上可以分为通用的和某些特殊仪器专用的两大类。仪器零件与机构课程主要是研究组成仪器的通用零件、机构和部件的特点、选择和设计计算的一般方法。仪器零件与机构课程是在学习过机械原理和机械零件等课程的基础上进行的关于仪器制造方面专业的基础技术课。课程的任务在于培养学生进行仪器中各种通用零件、机构和部件的设计能力，为不同的专业仪器设计打下基础。

第一章 联 接

§ 1.1 一 般 概 念

所有用于仪器制造中的零件联接方法可以分为两大类:

- 1) 可拆联接;
- 2) 永久联接。

可拆联接是指具备这样特点的联接: 如果把这种联接拆开, 构成联接的所有零件都不会损坏。仪器制造中常用的可拆联接有下列四种:

- 1) 螺钉与螺纹联接;
- 2) 销钉联接;
- 3) 速拆联接;
- 4) 夹紧联接。

永久联接是指具备这样特点的联接: 如果把这种联接拆开, 则在构成联接的所有零件中, 至少会有一个零件遭受严重的损坏。仪器制造中常用的永久联接有下列八种:

- 1) 焊接;
- 2) 钎焊;
- 3) 胶接;
- 4) 鑄合;
- 5) 膩接;
- 6) 压合;
- 7) 鉚接;
- 8) 弯折联接。

在仪器结构中采用各种联接的目的, 主要是为了使仪器易于制造、装配和修理, 以及降低仪器的制造成本。

和永久联接比较, 可拆联接的主要优点是可以反复拆装而不影响联接的性能。这个优点, 从仪器装配、调节和修理的角度来看, 是很重要的。但是, 一般讲来, 可拆联接的成本常是高于永久联接。并且, 当仪器工作时, 特别是在振动和颠簸的条件下工作时, 可拆联接有自松的可能性。为了防止自松现象的发生, 常常需要附加的防松装置, 因而使成本更为增加。此外, 可拆联接在结构上也往往不如永久联接紧凑。因此, 当选择联接时, 在不影响仪器装配、调节和修理的条件下, 应当尽可能地选用永久联接。

无论设计可拆联接或永久联接, 均应满足下列的基本要求:

- 1) 具有足够的强度;
- 2) 保证被联接零件有足够准确的相互位置, 即具有足够的位置准确度。

在仪器中, 需要联接承受的载荷往往是很小的。因此, 按照结构条件或制造装配条件所规定出的尺寸, 强度方面常常是有富裕的。这就使得在选择联接时, 通常都不需要进行强度的验算。

为了保证被联接零件能有足够准确的相互位置，可从下列两个方面設法：

- 1) 在設計联接时，采用保证位置准确度的结构；
- 2) 在制造联接时，采用保证位置准确度的夹具。

关于如何从结构上保证位置准确度的問題，将在以后各节中针对具体联接方法分別加以討論。

在选择联接时，除了上述的基本要求外，还应照顾到装配上的簡便和联接的成本。也就是說，应在滿足基本要求的前提下，选用装配上最簡便、成本最低的联接方法。

此外，在具体进行設計时，尚需考虑到由联接的工作条件所决定的特殊要求，例如密封性、导电性等等。

本章将分別叙述仪器制造中常用的各种可拆联接和永久联接。

§ 1.2 螺釘和螺紋联接

螺釘联接和螺紋联接是仪器制造中应用最广的一种可拆联接。

螺釘联接和螺紋联接的基本要素都是螺紋。它們的不同处在于：螺釘联接是利用联接零件——螺釘、螺栓与螺母等把被联接零件接合在一起；而螺紋联接則利用被联接零件本身所具有的螺紋直接进行联接。

1. 联接用螺紋的种类

在精密仪器中，用于螺紋联接的螺紋，主要是公制基本螺紋（机52-56）和公制細牙螺紋（机57-56、58-56、59-56、60-56）。

公制基本螺紋用于一般的螺紋联接。

当名义直径相同时，公制細牙螺紋和公制基本螺紋的不同处，在于前者具有較小的螺距和螺紋深度。这个特点使得公制細牙螺紋适于用作薄壁管件（如光学仪器的鏡筒等）和薄板状零件上的螺紋：較小的螺距可使薄板状零件上能有足够圈数的螺紋；而較小的螺紋深度可以不致过分削弱薄壁管件的管壁。此外，由于公制細牙螺紋的螺旋綫升角較小，因此，用之作为联接螺紋时，有較强的防止自松能力。

除了上述的螺紋以外，还用到各种专门用途的螺紋。主要有：

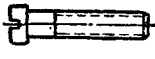
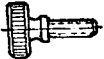
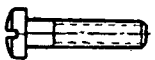
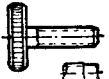
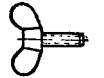
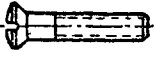
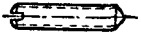
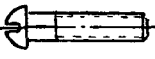
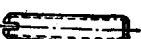
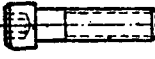
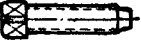
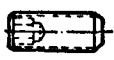
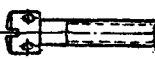
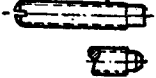
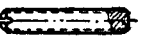
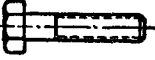
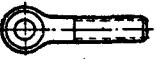
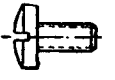
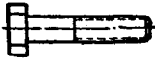
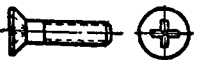
- 1) 圆柱形管螺紋：名义直径范围在 $1/8'' \sim 6''$ 之間，用于导管的气密性联接。
- 2) 布利格斯圓錐螺紋：名义直径范围在 $1/8'' \sim 2''$ 之間，也用于气密性联接。
- 3) 目鏡螺紋：名义直径由10毫米到80毫米，用于光学仪器目鏡的視度調节。
- 4) 显微鏡物鏡螺紋：名义直径 $4/5''$ ，用作各种显微鏡物鏡鏡頭与鏡筒的联接。
- 5) 多綫目鏡螺紋：名义直径由14毫米到80毫米，也用于光学仪器目鏡的視度調节。
- 6) 圓螺紋：用于薄壁冲压件的螺紋联接。

2. 螺釘联接中联接零件的类型和应用

用于各种螺釘联接中的联接零件主要有螺釘、螺栓、螺母和垫圈。由于具体使用条件的不同，这些零件的式样也是多种多样的。

螺釘和螺栓 用于仪器制造中的各种螺釘和螺栓如表 1.1 所示。

表 1.1 螺钉和螺栓的类型

序号	名 称	图 样	序号	名 称	图 样
1	圆柱头螺钉 (GB65-58)		15	滚花高头螺钉 (JB133-60)	
2	球面圆柱头螺钉 (GB66-58)		16	滚花平头螺钉 (JB134-60)	
3	沉头螺钉 (GB68-58)		17	元宝头螺钉	
4	半沉头螺钉 (GB69-58)		18	锥端紧定螺钉 (GB71-58)	
5	半圆头螺钉 (GB67-58)		19	平端紧定螺钉 (GB73-58)	
6	圆柱头内六角螺钉 (GB70-58)		20	方头圆柱端紧定螺钉 (GB85-58)	
7	单平面圆柱头螺钉		21	内六角平端紧定螺钉 (GB77-58)	
8	带孔球面圆柱头螺钉 (JB130-60)		22	圆柱端和阶端紧定螺钉 (GB75-58, 76-58)	
9	滚花小头螺钉 (JB135-60)		23	凹端紧定螺钉 (GB74-58)	
10	球面圆柱头轴位螺钉 (JB127-60)		24	光六角头螺栓 (GB30-58)	
11	大圆柱头螺钉 (JB132-60)		25	活节螺栓 (JB10-59)	
12	球面大圆柱头螺钉 (JB131-60)		26	双平面圆柱头螺钉	
13	圆柱头紧定螺钉		27	十字槽沉头螺钉	
14	沉头紧定螺钉				

圆柱头螺钉是仪器制造中应用最广的螺钉。这种螺钉可以用于钉头沉入被联接零件的联接，也可用于钉头不沉入的联接；可以用于带垫圈的联接，也可用于不带垫圈的联接（图1.1）。

加大螺钉头的直径，可以提高赶锥槽的强度，使赶锥槽能承受较大的拧紧力矩而不易损坏。因而更适用于联接需要经常拆装的情况。此外，由于相应地增大了支承面（钉头与被联接零件的接触面），在拧紧螺钉时，不易损坏被联接零件的表面（出现凹坑等）。因此，一般可不用垫圈，并适用于固定有色金属及其合金等较软材料制成的零件。

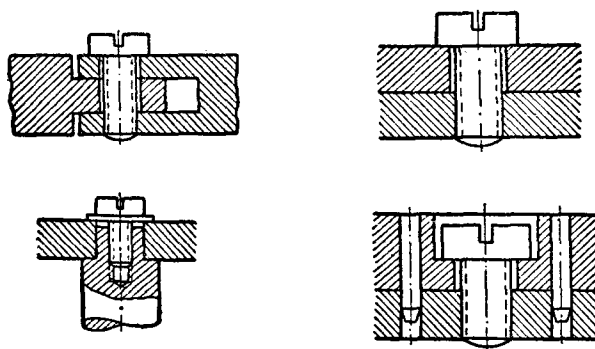


图 1.1 圆柱头螺钉的应用

钉头顶端有六角孔或十字槽的螺钉，可使钉头能承受较大的拧紧力矩而不致破裂。这种螺钉的缺点是拧紧时需特制的工具。

当螺钉位于仪器的外表面时，为了使用者的安全（防止手被划伤等），最好使用沉头或半沉头螺钉。其中半沉头螺钉比较美观。此外，由于沉头螺钉的钉头沉入被联接零件中，不致妨碍其他零件的工作。因此，位于仪器内部的螺钉联接，也有时由于这个目的而采用沉头螺钉。应注意的是这类螺钉本身有定位的作用。

六角头螺栓也是应用较广的一种。它主要用于尺寸较大的联接。

半圆头螺钉外形美观，但其赶锥槽强度较差，拧紧力矩大时容易损坏。

滚花头螺钉和元宝头螺钉的优点是拆装时不需要工具。因而适用于螺钉需要经常拆装和拧动的情况。

各种紧定螺钉用来固定零件的位置。

在仪器制造中，螺钉除了作为联接零件和固定零件两种基本用途外，还被用于其他目的。例如可用来调节零件的位置（图1.2a）；作为转动零件的心轴（图1.2b）；以及与直线运动零件组成导轨（图1.2c）等。

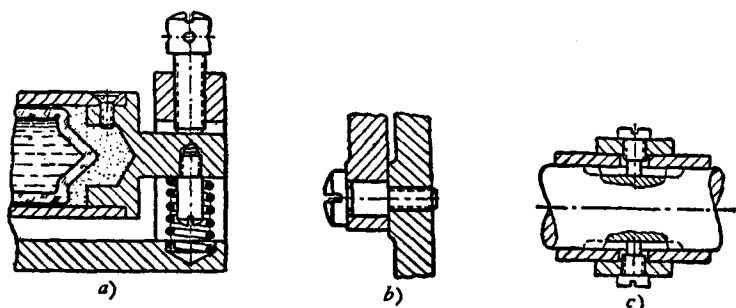
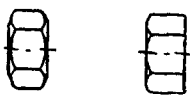
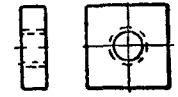
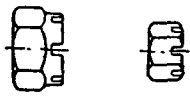
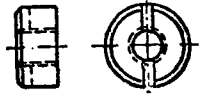
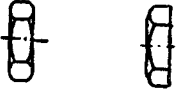
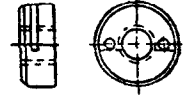
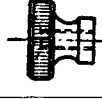
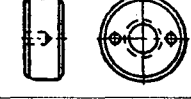


图 1.2 螺钉特殊用途举例

螺母 用于仪器制造中的各种螺母如表 1.2 所示。

表 1.2 螺母的类型

序号	名 称	图 样	序号	名 称	图 样
1	单面倒角或双面倒角 光六角螺母 (GB52-58)		8	冲压方扁螺母 (JB144-60)	
2	光六角带槽螺母 (GB58-58) 和 光小六角槽形螺母 (GB57-58)		9	带槽圆螺母 (JB141-60)	
3	光六角扁螺母 (GB54-58)		10	切口圆螺母	
4	光六角厚螺母 (GB55-58)		11	小圆螺母 (JB21-59)	
5	盖形螺母 (JB27-59)		12	侧面带孔圆螺母 (JB140-60)	
6	滚花高螺母 (JB145-60)		13	端面带孔圆螺母 (JB139-60)	
7	滚花扁螺母 (JB146-60)		14	带斜槽圆螺母	

单面倒角和双面倒角的标准高度的光六角螺母是螺母的主要类型。

光六角带槽螺母、光小六角槽形螺母、光六角扁螺母和切口圆螺母用于需要防松的螺钉联接中。此外，六角扁螺母也用于空间尺寸受到限制的情况。

增加螺母的厚度可以提高螺纹抵抗磨损的能力。因而光六角厚螺母适用于需要经常拧松螺母的情况。

滚花螺母可以直接用手拧松或拧紧，用于螺母需要时常拧松但不需要很大拧紧力矩的情况。

盖形螺母把螺钉或螺杆尾端与外界隔离，这样，既可保护螺纹不致遭受外界的损伤，又能保证使用者不致被螺钉尾端碰伤；此外，这种螺母的外形也比较美观。

其他各种螺母用于由于仪器结构上的特点不宜或不能应用标准六角螺母的情况。

垫圈 在螺钉联接中采用垫圈的目的主要是为了增加支承面，保护被联接零件表面不受螺钉头或螺母的损伤。普通的光垫圈 (GB97-58) 和毛垫圈 (GB95-58) 就是用于上述目的。

用于仪器制造中的各种垫圈如表 1.3 所示。

表 1.3 垫圈的类型

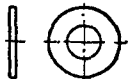
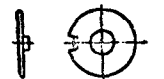
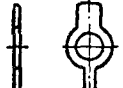
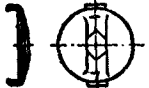
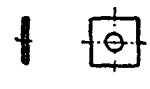
序号	名 称	图 样	序号	名 称	图 样
1	光垫圈 (GB97-58)		9	双耳止退垫圈 (JB30-59)	
2	毛垫圈 (GB95-58)		10	外舌止退垫圈 (JB31-59)	
3	弹簧垫圈 (GB92-58)		11	内齿弹性垫圈 (JB152-60)	
4	止退垫圈		12	成形垫圈	
5	弹性垫圈		13	定位垫圈	
6	弹性垫圈		14	止退垫圈	
7	摩擦垫圈		15	方垫圈	
8	单耳止退垫圈 (JB29-59)				

表 1.3 中所列出的各种止退垫圈和弹簧垫圈等，主要用作防止螺钉联接自松的零件。

材料 联接零件的材料一般用10~50号碳钢和黄铜。当工作条件对零件材料有特殊要求时，应根据具体要求选定材料。

3. 螺钉联接的选定

在为所设计的仪器选择螺钉联接时，需要考虑和解决下列几个问题：

- 1) 确定联接零件的式样和尺寸；
- 2) 保证被联接零件位置准确度的必要性和如何保证足够的位置准确度；
- 3) 防松的必要性和防松方法的选定；
- 4) 防止螺钉失落的必要性及其结构的选定。

联接零件式样和尺寸的选定 用于仪器制造中螺钉联接的联接零件的类型和特点，已在上面对地叙述过。我们可以根据这些叙述和所设计仪器对联接提出的要求，来确定联接零件的式样。

需要选定的联接零件尺寸，主要是螺钉的直径和长度。

在仪器制造中，螺钉的直径一般是按照结构条件选定。这是由于用于仪器中的螺钉，在多数情况下都是受力很小，因而按结构条件选定的螺钉直径，通常已能具有足够的强度。在个别情况下，如果螺钉受力较大，可利用机械制造中计算螺钉直径的方法确定螺钉的直径。

一般讲来，螺钉的制造成本随直径的减小而降低。但当螺钉的直径过小时，由于制造上比较困难，反而会使成本提高。因此，在不影响联接使用要求的条件下，应避免选取过小的螺钉直径。一般情况下，螺钉直径为2~2.5毫米时制造成本最低。

螺钉的长度决定于具有通孔的被联接零件1的厚度 h 和螺钉拧入零件2的深度 H （图1.3）。

零件1的最小厚度 $h_{\min}$ 应稍大于螺钉的螺纹尾端（或退刀槽）的长度。退刀槽的长度约等于1.5~2个螺距。当零件1的厚度不够时，可用加垫圈的方法解决。

零件1的最大厚度 $h_{\max}$ 受到螺钉长度的限制。螺钉长度与直径之比值不宜过大。一般不大于8~10。零件1过厚的情况不常遇到，遇到时可用钉头沉入零件1的方法解决。

为了拧紧螺钉时拧入部分的螺纹不致被剪断，螺纹的拧合长度必须够大。在设计螺钉联接时，拧合长度应等于或稍大于 WT 2003-62 中所列出的数据。

当联接结构已经选定并确定拧合长度后，则螺钉的长度不难定出。

计算出的螺钉长度应圆整成较其稍大的标准长度。

在仪器结构中，常常会遇到零件2厚度不够，不能使螺纹具有必要拧合长度的情况。这时，可用下述方法来获得必要的拧合长度：

- 1) 当零件2用较强材料制成时，可以局部增加切螺孔处的厚度。
- 2) 当零件2用轻合金或塑料等较弱材料制成时，或者局部增加切螺孔处的厚度，或者在切螺孔处镶入用较强材料制成的零件。

图1.4所示的各种结构，就是上述方法的具体应用。

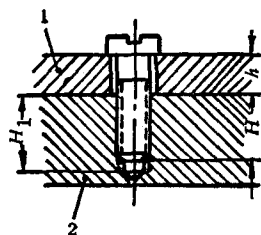


图 1.3 螺钉联接

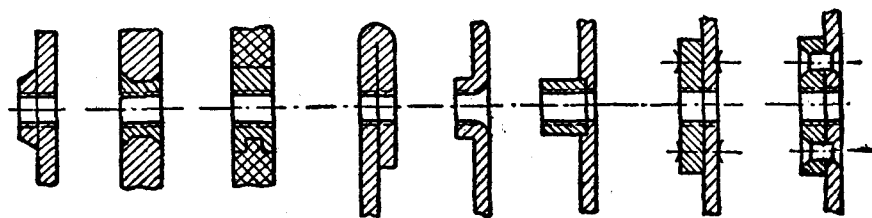


图 1.4 增加拧合长度的结构

最后应当指出：当仪器中需要很多的螺钉联接时，则选定后的螺钉尺寸应进行适当的调整，使得整个结构中尽量少用不同尺寸的螺钉。

保证被联接零件相互位置准确度的方法 在仪器结构中，常常要求被联接零件的相互位置足够准确。为此，在装配仪器时，就需要先把被联接零件的相互位置调节得足够准

确，然后进行联接。

但是，在一般的螺钉联接中，被联接零件上通孔的直径是大于螺钉杆直径的。因而被联接零件的相互位置在结构上是不确定的。这就使得被联接零件相互位置有改变的可能性。并且在每次拆卸后重装时，都需要花费一定的時間重新調整。

为了使联接和拆卸后重装后被联接零件的相互位置不再改变，通常采用特殊结构来保证被联接零件的相互位置足够确定和准确。这种结构的具体型式是多种多样的，但按其工作原理来分，主要有下列两类：

1) 利用两个定位销来保证被联接零件相互位置足够确定（图1.5）。

2) 利用圆柱配合面定心，并用一个定位销或其他零件来防止被联接零件绕配合面轴线转动（图1.6）。

不难看出，在用两个定位销定位时，两定位销中心距越大（当其他条件相同时），则定位准确度也越高。因此，在多数的用两定位销定位的结构中，两定位销是对角配置的（参看图1.5）。

定位销结构的尺寸列于表 1.4 中。

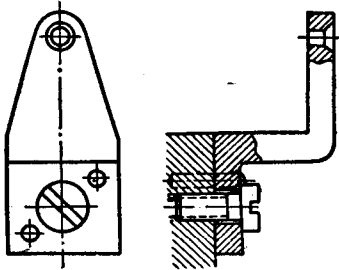


图 1.5 用定位销定位的结构

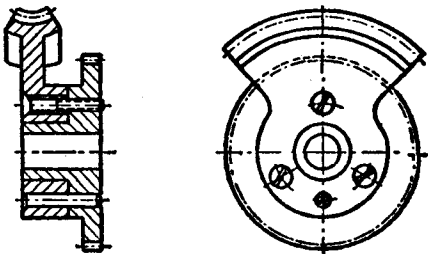


图 1.6 用圆柱配合面定位的结构

表 1.4 定位销结构的尺寸（毫米）

d_1		0.8	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0
d_2		0.85	1.05	1.55	2.1	2.6	3.1	4.2	5.2	6.2
零件2用 金属材料 制成	l_1	1.2	1.5	2.3	3.0	3.8	4.5	6.0	7.5	9.0
	l_2	1.6	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10.0	12.0
零件2用 非金属材料 制成	l_1	2.0	2.5	3.8	5.0	6.3	7.5	10.0	12.5	15.0
	l_2	2.4	3.0	4.5	6.0	7.5	9.0	12.0	15.0	18.0

在只用一个螺钉的螺钉联接中，被联接零件有相对偏转的可能性。如果需要避免这种偏转，或者改用两个螺钉，或者采用防转结构（图1.7）。

防止螺钉联接自松的方法 当螺钉联接在交变载荷下工作时，会发生自动松开现象。螺钉联接的松动将使仪器不能正常工作，严重时甚至会造成仪器的损坏。因此，对于在交变载荷下工作的螺钉联接，应根据具体情况采用合理的防松方法。

常用的螺钉联接防松方法有下列五类：