


机械工程基础与通用标准实用丛书

螺纹及其联结

中国机械工程学会

机械工程基础与通用标准实用丛书编委会

 中国计划出版社

Today ◆ Standard

TH131.3

L290

Today  Standard


中国机械工程学会

机械工程基础与通用标准实用丛书编委会

螺纹及其联结

李晓滨 主编



 中国计划出版社

713715

图书在版编目(CIP)数据

螺纹及其联结/中国机械工程学会,机械工程基础
与通用标准实用丛书编委会编.—北京:中国计划出
版社,2004.5

(机械工程基础与通用标准实用丛书)

ISBN 7-80177-291-1

I.螺... II.①中...②机... III.螺纹—基本
知识 IV.TH131.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 017976 号

机械工程基础与通用标准实用丛书

螺纹及其联结

中国机械工程学会

机械工程基础与通用标准实用丛书编委会

☆

中国计划出版社出版

(地址:北京市西城区木樨地北里甲 11 号国宏大厦 C 座 4 层)

(邮政编码:100038 电话:63906413 63906414)

新华书店北京发行所发行

三河市汇鑫印务有限公司印刷

787×1092 毫米 1/16 20.25 印张 357 千字

2004 年 5 月第一版 2004 年 5 月第一次印刷

☆

ISBN 7-80177-291-1/TH·001

定价:46.00 元

标准是市场经济有序
发展的技术基础是提
高经济增长质量和效
益的技术支撑

何光远

二〇〇〇年
四月廿三日

原机械工业部部长、中国机械工程学会荣誉理事长何光远题词

编 审 委 员 会

名誉主任: 陆燕荪(原机械工业部副部长、中国机械工业联合会特别顾问、中国机械工程学会荣誉理事长)

李忠海(国家标准化管理委员会主任、中国机械工程学会副理事长)

主 任: 宋天虎(中国机械工程学会副理事长兼秘书长、中国机械工业联合会副会长,教授级高工)

副 主 任: 邢 敏(中国机床总公司总裁,教授级高工)

王金弟(中国机械工业联合会标准工作部主任)

强 毅(机械工业生产力促进中心主任,教授级高工)

委 员: (以姓氏笔画为序)

于振凡 方效良 王 利 王为国 王世刚

王建中 王金弟 刘巽尔 孙晓岩 朱晓滨

邢 敏 余庭和 张 锦 张民安 张明圣

张咸胜 李安民 李建春 李晓滨 李维荣

杨东拜 汪 恺 陈玉国 陈俊宝 陈超志

明翠新 林江海 胡觉凡 赵占京 徐 萍

郭连庄 顾孟洁 顾洪洁 黄 雪 强 毅

路增林 熊才启 谭湘宁

总 策 划: 徐 萍 王建中

技术顾问: 汪 恺 余庭和 刘巽尔

总 主 编: 黄 雪 杨东拜

编辑委员会

主任：徐 萍

副主任：孙晓岩 朱晓滨

编辑：（以姓氏笔画为序）

方效良 王曼宁 孙晓岩 朱晓滨

胡若莹 崔贺贤 傅立谚

序

机械是现代社会进行生产和服务的五大要素(即人力、资金、能量、材料和机械)之一,能量和材料的生产也必须有机械的参与。任何现代产业和工程领域都需要应用机械,诸如发电设备、农业机械、冶金矿山机械、轻工纺织机械、交通运输机械、仪器仪表和自动化装置,乃至人们日常生活中普遍应用的自行车、钟表、照相机以及品类繁多的家用电器等。各个工程领域的发展,都要求机械工程有与之相适应的发展,都需要机械工程提供所必需的机械。机械工程在各方面不断提高的需求的压力下获得发展动力,同时又从各个学科和技术的进步中获得改进和创新的能力。

机械设计是机械产品研制的第一道工序,是装备制造业的基础软件。设计和制造的质量与水平,直接关系到产品的质量、性能、研制周期、市场竞争力和整个企业的技术经济效益。机械设计的理论与方法,来源于科学理论的指导和实践经验的总结。机械工程的基础与通用标准是机械设计与制造的基石,是广大机械工程师、工艺师所必备的规范性知识和基本工作指南。

由中国机械工程学会组织编写的《机械工程基础与通用标准实用丛书》,以先进性、实用性、系统性和权威性为特色,密切跟踪和及时反映了国际国内科技进步和相关标准制定、修订的最新成果及其动向,为我国机械工程领域的广大科技工作者深入理解和全面贯彻相关标准提供了系统、准确、简明和实用的规范性手册。

丛书重点选入 2000 年以后制定、修订的最新标准,集中反映了我国机械工程领域标准化的最新成果和国际标准化的现实水平。丛书在结构上按专业体系对现行标准进行系统提炼和有机

整合,对标准的应用难点和贯彻要点进行扼要阐述,力求在深度和广度上更好地满足标准使用者的需求。

我相信,由《机械制图》、《极限与配合》、《形状和位置公差》、《螺纹及其联结》、《表面结构》、《键与花键》、《紧固件》、《渐开线圆柱齿轮》、《抽样检验》和《产品运输包装》等构成的这套丛书的出版,对提高机械工程和产品的开发、设计、创新和市场竞争能力将起到积极的作用,对我国当前振兴装备制造业,实现从制造大国走向制造强国的宏图也将起到有效的推动作用。

原机械工业部副部长
中国机械工业联合会特别顾问
中国机械工程学会荣誉理事长

陆燕萍

编者的话

螺纹联结件是人类最早发明的简单机械之一。由于螺纹具有容易装配的特性,使得比较复杂的机械部件可以由几个几何形状相对简单的零件组装而成,从而大大提高了机械装备制造的工艺性和质量。同时,螺纹具有可拆性,使得人们可以方便地对设备进行维修和部件替换。上述优越性,使螺纹广泛地应用于机械制造领域,螺纹标准也成为重要的机械基础标准。工业发达国家都制定有自己国家的螺纹标准;螺纹标准化技术委员会(ISO/TC1)则是国际标准化组织(ISO)所成立的第一个技术委员会。

在第二次世界大战中,螺纹标准化的作用有所凸现。以美国 and 英国为首的盟军,由于各国螺纹标准不统一,影响到武器装备和机械零部件的联结、装配和维修,使得前线军备供应发生严重困难,给前线战士的生命和后方经济都造成极大损失,这是一个沉痛的教训。因此,二战刚结束,美国国防部立即成立了螺纹标准化技术委员会,旨在争取在盟国间迅速统一螺纹标准。盟国间螺纹标准的统一,又为尔后 ISO 螺纹标准的制定奠定了基础,从而推动了世界范围内螺纹标准的统一。

螺纹标准化已经历了大约二百年的历程,如今螺纹的种类多达五百多种。可是今天仍然有许多螺纹问题困扰着机械工程师,使他们不知所措。例如:为什么传统的整体固定式螺纹量规有时可以较好地控制螺纹质量,而有时则不能?为什么密封管螺纹有时可以实现密封,而有时则不能?管螺纹量规是否能检测到与螺纹密封紧密相关的各个要素?为什么螺纹精度与螺纹的抗疲劳性能无直接关系?如何正确地选择螺纹精度?等等。本书是作者在总结全国螺纹标准化的有关专家最近 20 年间科研成果和生产经验的基础上写成的,故本书的内容可望在解决机械设计和生产中所遇到的上述各种难题方面发挥其独到的作用。

本书由米制紧固螺纹、英制和美制紧固螺纹、传动螺纹及管螺纹等七章构成。其中,除对现行螺纹标准的基本技术内容进行概要介绍之外,还包含了 2000~2002 年发布的四项最新管螺纹国家标准和 2003 年发布的九项最新普通螺纹国家标准,以及正在制定的美制统一螺纹(UN、UNR、UNS)标准的核心内容等。此外,本书还包含了螺纹识别数,为几百种螺纹的识别提供了技术指导。由于管螺纹和普通螺纹占据了整个螺纹市场的 80% 以上份额,所以本书可基本上满足相关读者在未来一段时期内的使用需求。我们希望,本书能成为广大基层技术人员全面、深入理解与应用螺纹标准的良师益友。

本书主编为李晓滨,副主编为方效良。徐阿玲、薛俊义、杨析、赵建敏、张庆晖、林龙等同志参加了本书的编写工作。限于能力和水平,加之时间的仓促,挂一漏万,不妥或不足之处祈盼读者给予赐正。

编者
2004 年 1 月

目 录

序

编者的话

1	第一章 概 论
1	第一节 螺纹标准的地位和作用
1	第二节 螺纹标准的产生和发展
3	第三节 螺纹标准的分类和技术结构
5	第二章 螺纹术语
5	第一节 常用螺纹术语
8	第二节 理解与实施
11	第三章 米制紧固螺纹
12	第一节 普通螺纹
49	第二节 小螺纹
54	第三节 超细牙螺纹
61	第四节 热镀锌螺纹
64	第五节 过渡配合螺纹
69	第六节 过盈配合螺纹
75	第七节 航空航天螺纹
90	第八节 理解与实施
100	第四章 英制和美制紧固螺纹
100	第一节 统一螺纹
176	第二节 惠氏螺纹
192	第三节 理解与实施
210	第五章 传动螺纹
210	第一节 梯形螺纹
225	第二节 锯齿形(3°/30°)螺纹
241	第三节 理解与实施
243	第六章 管螺纹
243	第一节 55°管螺纹

249	第二节 60°管螺纹
266	第三节 理解与实施
280	第七章 相关文献
280	第一节 ISO、中国及主要工业国家螺纹标准目录
280	第二节 螺纹识别表
280	第三节 相关机构名录

第一章 概 论

第一节 螺纹标准的地位和作用

已广泛用于工业机器设备上的螺纹产品,因过于广泛而使人们似觉其平凡,但对少数专业技术人员来讲,螺纹在简单中繁琐、渺小中却事关重大。目前,螺纹的一些技术问题还没有完全掌握,如密封性问题、防松脱问题、强度设计问题以及检验问题等等。螺纹刀具和量具的设计人员会因繁多的螺纹种类而发愁,不知从何处能查找到某种螺纹的标准;石油管螺纹的设计人员可能并不明白按同一个标准加工的螺纹,为何有的公司的管螺纹性能比我公司的好?他们采用了哪些内控指标?哪些螺纹参数应该严控?在制造中到底有什么诀窍?航天航空设备中关键部位螺纹件的设计人员会对螺纹的抗疲劳性能、防松脱性能和如何预紧等问题非常关心,希望知道如何将国外螺纹转化为我国的螺纹,螺纹的定量化设计便是他们追求的目标。

螺纹连接是机械连接中最常用、最简单、最有效的连接形式之一。在机械传动领域,螺纹也占有十分重要的地位;在流体物质输送和压力传递系统中,螺纹传送也是最常用的方式。因此,螺纹标准是最重要的基础标准之一,同时,它在实际贯彻和应用中还有许多具体问题有待解决。

第二节 螺纹标准的产生和发展

在古代,螺纹为人类最早发明的六种简单机械之一。人们用它来提升物体、压榨油和酒,用它来测量距离,后来用金属螺母连接武士的盔甲。

英国工业革命后,机器制造业兴起,人们开始大量使用螺纹紧固件。随着螺纹件需求量的急剧增大,人们开始研究螺纹的制造技术。

18世纪末,英国工程师亨利·莫斯利(Henry Maudslag)发明螺纹丝杠车床。随后,英国又发明了丝锥和板牙,为螺纹件的大批量机械加工奠定了基础。

世界上最有影响的紧固螺纹有三种,它们是英国的惠氏螺纹、美国的赛氏螺纹和法国的米制螺纹。最有影响的管螺纹有两种,一种是英国的惠氏管螺纹,另一种是美国的布氏管螺纹。这五种影响最广的螺纹(其中惠氏螺纹占据了两种)均于19世纪问世,它们奠定了螺纹标准化的技术体系,其他绝大多数螺纹均采用或借鉴了它们的标准结构。五种螺纹的形成过程见表1-1。

到20世纪末,螺纹产品得到了广泛的应用。螺纹种类极其繁多,其中绝大多数为专门用于特殊场合的专用螺纹,这为人们正确地辨别螺纹带来了困难。为此,世界上一些著名公司和组织编写了螺纹识别手册,例如英国的罗伯特森(ROBERTSON)刀具公司编制的《世界螺纹系列代号 ROBERTSON 指南》,德国标准化协会(DIN)于1988年编辑出版的《螺纹国际指南》。罗伯特森的《指南》中螺纹的种类齐全,还有螺纹牙型的详细信息;《螺纹国际指南》收



集了 20 世纪 80 年代各国家的官方标准信息,内容相对较为可靠。

表 1-1 五种主要螺纹标准的形成过程

种类	名称	发明国和发明人	提出年代	牙型	首次发布国家标准	首次成为地区、国际标准	备注
紧固螺纹	惠氏螺纹 (英制螺纹) (W)	英国 Joseph Whitworth (约瑟夫·惠特沃斯)	1841 年	牙型角 55° 削平高度 $H/6$ (圆牙顶、 圆牙底)	BS 84—1905 (BSW)	最早出现, 1857 年起被 欧洲采用	1962 年后, 优先采用 UN 螺纹
	赛氏螺纹 (美制螺纹) (S)	美国 Willian Sellers (威利·赛勒斯)	1864 年(采 纳 W 螺纹, 但将牙型进 行了调整)	牙型角 60° 削平高度 $H/8$	ASA B1—1924 (N)	1948 年,美、英、 加三国协议, ASA B1.1—1949 (UN 螺纹); ISO/R 68:1958 (UN 螺纹)	ISO 牙型在 小径处的 削平高度 为 $H/4$
	米制螺纹 (SF)	法国 Sauvage	1891 年(S 螺纹的米 制化)	牙型角 60° 削平高度 $H/8$	1894 年 (SF)	1898 年,法、瑞 士、荷、意、德五 国提出欧洲标 准(SI 螺纹); ISO/R 68:1958 (M 螺纹)	与 UN 螺 纹牙型相 同
管螺纹	惠氏管螺纹 (英制管 螺纹)	英国 Joseph Whitworth (约瑟夫·惠特沃斯)	1841 年(后 与紧固螺纹 分离,单列 标准)	牙型角 55° 削平高度 $H/6$ (圆牙顶、 圆牙底)	BS 21—1905 (R); BS 84—1905 (1940 年出现 BSP 系列)(G)	ISO R7:1955 (R 螺纹) ISO R228:1961 (G 螺纹)	1956 年,G 螺 纹从 BS 84 中分离出 来,发布 BS 2779—1956
	布氏管螺纹 (美制管 螺纹)	美国 Robert Briggs (罗伯特·布立格)	1840 年	牙型角 60° 削平高度 $0.033P$	ASA B2.1— 1919(NPT)	北美洲广泛使 用	1945 年,干 密封螺纹 加入,1960 年分离出 来,发布 ASA B2.2 —1960

螺纹检测一直是人们探索研究的课题。1905 年,英国人泰勒(William Taylor)提出了著名的泰勒原则,并为此申报了专利。此检测原则被世界各国接受,成为紧固螺纹极限量规设计的基本原理,并延用至今。到了 20 世纪的 80、90 年代,随着市场对精密紧固螺纹需求量的增大,人们发现泰勒原则存在着局限性。它无法控制螺纹螺距和牙侧角较大偏差的出现;无法知道螺纹直径的具体值(仅知道它处于通端和止端量规所限定的范围之内),无法为调整机床提供指导。为此,科研技术人员开始考虑如何建立紧固螺纹的检验体系,对不同的使用条件和加工工艺水平选择不同的检测手段。美国在此方面的研究已经处于世界领先地位,率

先为紧固螺纹的检测体系颁布了专门的标准。今后各国会在螺纹检验方面出台新标准。

管螺纹的密封性能取决于螺纹牙型的准确性(牙顶高、牙底高、牙侧角、螺距)、过盈量(材料性能、上紧方式、有效螺纹的长短)、密封填料的性能和螺纹检验手段。可目前的管螺纹标准对此方面技术内容规定得太少,无法满足实际需要。世界上一些著名大管件公司投入巨资进行技术研究,提出公司的内控指标,作为对管螺纹标准内容的补充。目前管螺纹标准所控制的主要指标是基准平面位置,它与管螺纹的密封性能关系不大,仅决定了管件装配后其外部轴向尺寸的大小。这种局面给广大的中、小公司使用管螺纹标准带来许多质量隐患。所以,目前使用的密封管螺纹标准有待今后进一步完善。

近10年来,螺纹的防松技术受到人们的重视。如何在现有螺纹基础上提出既防松又改善螺纹载荷分布的专用螺纹,已成为一个研究热点。有些公司则将研究重点放在研制高性能的既锁紧、密封,又改善螺纹预紧效果的专用螺纹胶上。这两种技术谁会最终被用户接受,还要看今后各自的发展。目前,这两种方法多以专利形式出现,前者在航空航天、铁路及矿山设备上用得更多些,而后者则在汽车紧固件和管路中用得更多些。

螺纹技术的另一个研究领域为疲劳强度计算。螺纹各个参数与疲劳强度的定量关系一直是人们关注的一个焦点,它是减少螺纹件尺寸和重量的基础,也是我国将国外螺纹件国产化的技术基础。

第三节 螺纹标准的分类和技术结构

通过对几百种螺纹分类,可以了解它们间的共性和全貌,进行螺纹的辨别和正确选用。

一、分类

螺纹分类主要有下列七种方法:

- ① 用途法:分为紧固螺纹、传动螺纹、管螺纹、专用螺纹等;
- ② 牙型法:分为梯形螺纹、锯齿形螺纹、矩形螺纹、三角形螺纹、圆弧螺纹、短(或矮)牙螺纹、60°螺纹、55°螺纹等;
- ③ 配合性质或配合型式法:分为过渡配合螺纹、过盈配合螺纹、间隙配合螺纹、“锥/锥”配合螺纹、“柱/锥”配合螺纹、“柱/柱”配合螺纹等;
- ④ 螺距或直径大小法:分为粗牙螺纹、细牙螺纹、超细牙螺纹、小螺纹等;
- ⑤ 计量单位法:分为英寸制螺纹和米制(或公制)螺纹;
- ⑥ 发明人或发明国法:分为惠氏螺纹、赛氏螺纹、布氏螺纹、爱克姆螺纹、爱迪生螺纹、美制螺纹、英制螺纹、德国螺纹、法国螺纹、统一螺纹、ISO螺纹等;
- ⑦ 螺纹代号法:M螺纹、UN螺纹、G螺纹、Tr螺纹等。

上述分类法中,用途法为最基本的分类法,见图1-1。

二、技术结构

从表面上看,几百种螺纹标准间千差万别,有些标准文本长达上百页,而有些仅一二页。但从技术结构上看,每个螺纹标准必须包含牙型、直径与螺距系列、基本尺寸、公差和标记五部分。为了方便使用,有些螺纹标准还包括极限尺寸、极限偏差及检验信息。

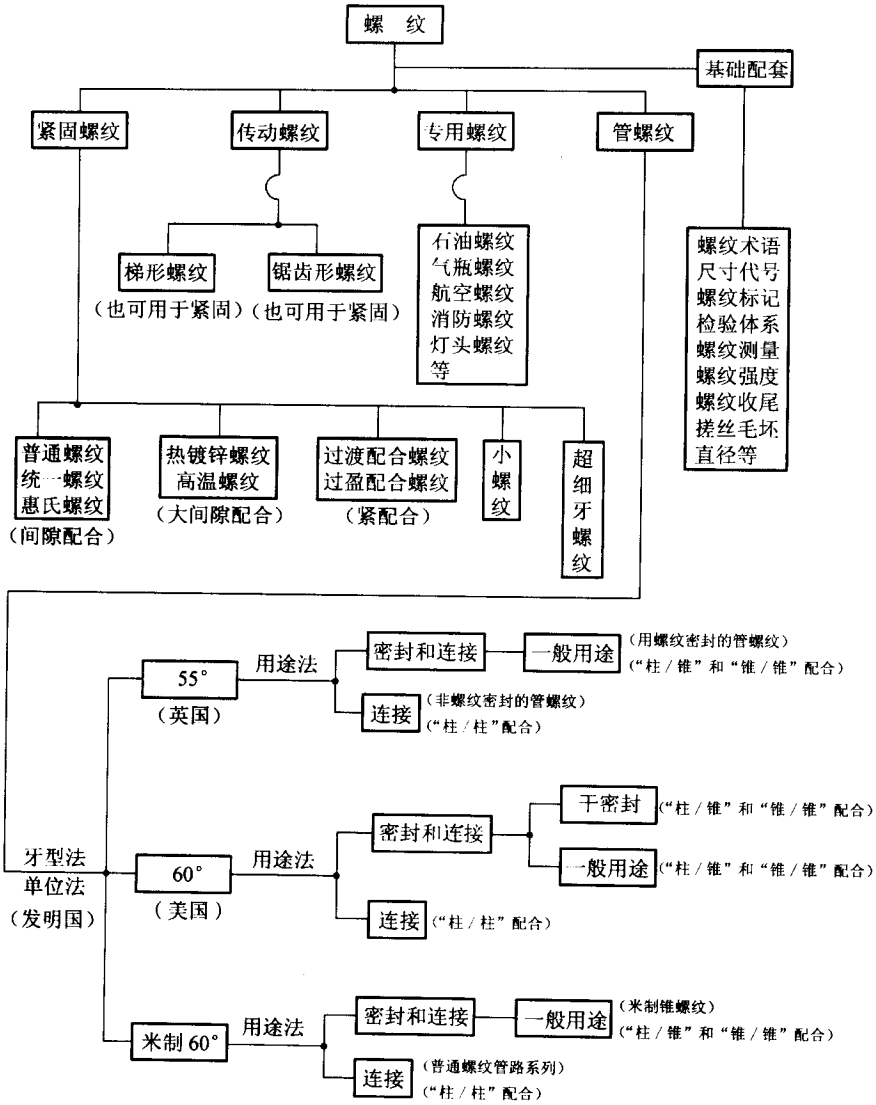


图 1-1 螺纹标准分类

第二章 螺纹术语

螺纹术语是螺纹技术领域规定的统一用语。螺纹术语国家标准(GB/T 14791—1993)给出了螺纹各要素的术语定义,螺纹术语国家标准是制定各种螺纹参数标准的基础,也是正确理解螺纹技术内容的依据。因此,正确掌握螺纹术语有助于对螺纹参数技术要求的理解和执行。

但是,螺纹种类繁多,有几百种,有各自的特性和使用场合,一个术语标准不可能也没必要将所有螺纹的所有要素给出术语和定义。因此,螺纹术语国家标准所规定的术语仅包括了各种螺纹的通用术语,而不包括那些使用面太窄、使用频率过低的专用术语,这些专门术语在有关的标准中给出。

螺纹术语国家标准按螺纹要素的特性大致可分为一般术语、与牙型相关的术语、与直径相关的术语、与螺距相关的术语、与配合相关的术语和与公差和检验相关的术语六大类,共75条。本章仅列出常用的术语,相关标准见GB/T 14791—1993《螺纹术语》。

第一节 常用螺纹术语

一、一般术语

常用的一般术语见表2-1。

表2-1 常用一般术语

术 语	代号	定 义
螺旋线		沿着圆柱或圆锥表面运动的点的轨迹,该点的轴向位移和相应的角位移成定比
螺纹		在圆柱或圆锥表面上,沿着螺旋线所形成的具有规定牙型的连续凸起 (注:凸起是指螺纹两侧面间的实体部分,又称牙)
圆柱螺纹		在圆柱表面上所形成的螺纹
圆锥螺纹		在圆锥表面上所形成的螺纹
外螺纹		在圆柱或圆锥外表面上所形成的螺纹
内螺纹		在圆柱或圆锥内表面上所形成的螺纹
单线螺纹		沿一条螺旋线所形成的螺纹
多线螺纹		沿两条或两条以上的螺旋线所形成的螺纹,该螺旋线在轴向等距分布
右旋螺纹	RH	顺时针旋转时旋入的螺纹
左旋螺纹	LH	逆时针旋转时旋入的螺纹
完整螺纹		牙顶和牙底均具有完整形状的螺纹

