

零部件及 相关标准汇编

管接头卷

全国管路附件标准化技术委员会 编
中国标准出版社第三编辑室



 中国标准出版社

零部件及相关标准汇编

管 接 头 卷

全国管路附件标准化技术委员会 编
中国标准出版社第三编辑室

中国标准出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

零部件及相关标准汇编. 管接头卷/全国管路附件标准化技术委员会, 中国标准出版社第三编辑室编. —北京: 中国标准出版社, 2009

ISBN 978-7-5066-5416-6

I. 零… II. ①全…②中… III. ①机械元件-标准-汇编-中国②管接-标准-汇编-中国 IV. TH13-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 173897 号

中国标准出版社出版发行
北京复兴门外三里河北街 16 号
邮政编码:100045

网址 www.spc.net.cn

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 38.5 字数 1 072 千字

2009 年 11 月第一版 2009 年 11 月第一次印刷

*

定价 200.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533

出 版 说 明

管接头是液压流体传动和一般用途的管路系统中必不可少的连接件,广泛用于汽车、机床、工程机械、农机与船舶等制造行业。

2007年以来,国家质量监督检验检疫总局批准发布了60多项管接头标准。为满足广大读者对标准文本的需求,中国标准出版社第三编辑室和全国管路附件标准化技术委员会共同编录了《零部件及相关标准汇编 管接头卷》。

该汇编收集了截至2008年12月底批准发布的管接头及相关标准。内容主要包括:卡套式管接头、扩口式管接头、焊接式管接头及其他型式的管接头和相关基础标准等。

我们相信,本汇编的出版,对促进我国管接头产品质量的提高和行业的发展将起到重要的作用。

编 者

2009年9月

前 言

近几年来全国管路附件标准化技术委员会组织相关生产制造和设计使用单位先后修订了 GB/T 3733~3765—2008《卡套式管接头》、GB/T 5625~5653—2008《扩口式管接头》、JB/T 966—2005《用于流体传动和一般用途的金属管接头 O形圈平面密封接头》、GB/T 3754~3756—2008《卡套式锥密封管接头》和 GB/T 3758—2008《卡套式管接头用锥密封焊接接管》等管接头国家标准和行业标准。

国际标准化组织 ISO 近期也对 ISO 8434.1~8434.4《用于流体传动和一般用途的金属管接头》系列标准进行了修订,具体标准名称和编号为:ISO 8434-1:2007《用于流体传动和一般用途的金属管接头 第1部分:24°锥形管接头》(简称卡套式管接头)、ISO 8434-2:2007《用于流体传动和一般用途的金属管接头 第2部分:37°扩口管接头》(简称扩口式管接头)、ISO 8434-3:2005《用于流体传动和一般用途的金属管接头 第3部分:O形圈平面密封管接头》(简称平面焊接式管接头)和 ISO 8434-4:1995《用于流体传动和一般用途的金属管接头 第4部分:带O形圈焊接接头体的24°锥形管接头》(简称锥面焊接式管接头)(该标准已被 ISO 8434-1:2007 代替)。

为了便于新标准的贯彻实施,帮助使用者了解国内外标准概况,在产品设计、制造、使用及安装维护等过程中合理地使用和选用不同型式、不同材料、不同连接方式的管接头,特在本汇编前言部分编入了“液压管接头原理及标准”和“液压管接头安装和使用”两篇文章。

第一篇 液压管接头原理及标准

Parker Hannifin Corporation

全国管路附件标准化技术委员会秘书处

派克汉尼汾液压系统(上海有限公司)

中机生产力促进中心

李鲁涛 博士

李俊英 研究员

刘向东

冯峰

在一个液压系统里,能量由液压油通过液压连接件即硬管和软管系统进行传递。如果把一个液压油泵比作一个人的心脏,那么液压连接件就是血管。

现代工业要求液压系统提供越来越高的工作压力。高速运行的生产设备要求液压系统能够承受高频高压脉冲,管路系统必须在更高的压力峰值和振动下保证能量的正常运输。

液压连接件的故障会引起管路泄漏,严重的会导致管路破裂。管路漏油首先是现代环保法律法规所不允许的。更重要的是,现代大型机械化生产设备须持续运行,以保证生产效率,基本不允许非正常停机检修。机械设备的复杂化和越来越少的检修人员,也限制了传统意义上的检修和保养。所以,管接头必须在连续工作而缺少保养的情况下,保证无泄漏。鉴于成本压力和质量要求,使得安装容易,简单

易行的管接头系统倍受欢迎。

全球化的市场要求技术、设备及配件的标准化和通用化。设备厂商使用特殊管接头不仅给用户带来麻烦,也给自己开拓新市场造成阻力。20世纪20年代末产生的24°卡套接头和37°扩口接头到今天已经成为产品标准,在西方工业国家得以普遍应用,我国也已经在80年代将这些标准纳入国标范畴。在个别领域得以采用,但离真正推广还有一段距离。另外传统的24°卡套接头和37°扩口接头也在不断更新改进,以适应当代的技术发展。这也需要我国业内人士更积极地参与国内及国际方面的学术交流,以促进我国液压管接头的发展。

一、管接头设计基础

一般管路设计要首先考虑选用钢管连接,其次才是软管,因为钢管连接成本较低,且在正常工作范围内一般没有磨损。然后要考虑下列条件:①环境腐蚀性;②输送介质化学性能;③环境和介质温度;④管路功能;⑤流量;⑥压力;⑦系统使用条件和管接头压力级别;⑧许可证书和政策法规;⑨用户特殊技术要求及标准。

1. 环境腐蚀性决定管接头材质及表面处理

镀锌碳钢管是液压管路标准材料。一般来说,无论是固定机械,还是移动机械,镀锌表面都可以满足较高的耐腐蚀要求。

电镀锌管路不适合在高腐蚀性环境下工作。除了典型船舶、海上钻井台及船闸以外,腐蚀性环境还有造纸机械设备,化工、热工设备和电镀厂设备等。设计加工机械时要考虑到管路会与各式各样的冷却剂、灰尘、渣、屑等接触而被腐蚀。食品工业设备及医疗器械要用具有腐蚀性的药剂清洗。在这种情况下,尽管管路内介质没有腐蚀性,也必须使用不锈钢材质。当然,不锈钢管接头成本高,应该尽量避免使用。

铜或铜合金接头,由于其耐压程度低,成本高,耐腐蚀性能不理想,而且货源紧张,已很少被使用。黄铜接头在盐水作用下会出现应力腐蚀现象。实验证明,黄铜与铝、钢等在机械制造中的常用材料接触会形成局部微电池,使材料逐渐被腐蚀。一般塑料接头耐温、耐压低,液压管路根本不使用。特种高强度复合材料成本太高,也不会用于普通液压管路里。

2. 输送介质影响管接头选用材质

一般液压油对钢管和钢接头没有腐蚀性,所以液压系统普遍选用碳钢接头。饮用水或纯净水连接管路不应该使用普通碳钢。以前压缩空气规定使用黄铜管,因为压缩空气会携带水分,集结在管内,如果用碳钢管,会腐蚀管路。先进的空气压缩机械已不会产生水分,所以这一规定也失去了意义。

化工设备管路通常输送各式腐蚀性流体,需要经常用溶剂或水冲洗。所以,一般化工管路必须是不锈钢。

在考虑介质腐蚀性时,主要应考虑管路密封件与介质的关系。丁腈橡胶(NBR)由于与一般的液压油互容,所以在液压系统应用广泛。丁腈橡胶在一定温度下,还能与合成乙醛(HEES)、糖基化工液体(HEPG)以及从植物里提炼出的液体互容。而丁腈橡胶(NBR)不适合在高温下与酸性介质、苯或合成油接触,这时应该使用氟橡胶(FKM)。相反,甲烷或制冷氨气却只能与丁腈橡胶(NBR)互容。所以,大多化工不锈钢管路都是刚性密封。

3. 环境和介质温度影响管接头选用材质

电镀碳钢管路,如果配置丁腈橡胶(NBR)弹性密封,最高持续工作温度为100℃。短时间内,使用温度超过100℃,对系统不会产生不良影响。如果管路密封材质为氟橡胶(FPM)的话,持续工作温度可以达到200℃。如果不锈钢管路系统采用刚性密封,可允许很高的工作温度。在低压高温情况下,特别是牵扯到高腐蚀介质,比如废气循环系统,可以设计这种管路。但要注意,随工作温度升高,管路及部件机械性能发生变化,管路系统公称压力也会相应降低。

4. 管路功能决定管接头性能

管路在液压系统中有不同的功能——高压油路,低压回油路和吸油管路。高压管路内同时伴有强冲击和高速紊流,管路必须在这种条件下保证密封。吸油管路液体流速低,为保证油泵不受到空化效应破坏,必须选择合适管接头,保证管路承受真空以及尽量降低压力损失。

5. 流量

流量决定管接头公称口径,也决定在设计选型时采用接头型式,以达到设计标准对压降及流速的要求。国际标准 ISO 4413 及德国标准 DIN 24346 对管路介质流速提出下列参考值:

高压油路: 3 m/s~5 m/s;

低压回油路: 2 m/s~4 m/s;

吸油管路: 1 m/s。

特高压液压系统,流速可高达 10 m/s。当然高流速引起高压降并产生热能:高温意味着部件(特别是活动部件)损耗提高,密封件老化;系统产生工作外热能意味着能量损失,高速带来的涡流也提高管路噪音。但现代化机械要求机体轻便,同时大管径意味着高成本。所以,在实际管路设计中,工程设计人员可采用下列简便经验算式:

$$D \approx 4.61 \times \sqrt{\frac{V}{c}}$$

式中:

D ——管直径,mm;

V ——流量,L/min;

c ——流速,m/s。

要优化设计复杂的液压管路,一般要求计算压降。管路的压力降,可以计算,也可以根据经验估计。除管子本身,采用的各种管接头会不同程度增加压降。管接头的压降计算需要知道管接头的阻力系数。设计液压管路时,要尽量避免弯曲、陡然变径,避免采用产生高压降的绞接管接头等。

6. 压力

选择管接头要知道管接头的公称压力。公称压力是一个标准参数,并在数值上与系统最大工作压力相等。按照 DIN 3859-3(ISO 19879):最大工作压力要满足 4 倍静态保险系数以及 1.33 倍动态保险系数,即爆破测验测出的爆破压力除以 4,最大脉冲实验压力除以 1.33,取两值较小值,定义为最大工作压力。

选择管接头时,要求每个接头的最大工作压力最小等于整个液压系统所有工作状态的最大设定工作压力。不仅要考虑泵的出口压力,还要考虑溢流阀启动压力。所以,在设计复杂的液压管路时,实际压力最好用现场测量方法得出。系统工作压力已定,然后要审查每一个选择好的管接头的最大工作压力,所得出的所有接头最大工作压力最小值,才能定为系统的最大工作压力。

管接头最大工作压力可以因密封型式不同,或根据温度变化而变化:同样管接头选择弹性密封就会得到比刚性密封更高的工作压力。

国际标准设定 4 倍保险系数,原因是考虑了实际设计,管接头安装和设备操作过程可能会出现误差,系统工作状态不稳定性等情况,为保证系统在运行时不至于全面瘫痪,所以将公称压力的保险系数定得较高。

7. 系统使用条件和管接头压力级别

建筑工业需要各式各样的高强度机械,如重型挖掘机、大吨位吊车等。其液压系统是起到负载功能的中心部件。在建筑工地上,这些设备一般都要高负荷,接近甚至超过其设计极限运转。要保证这类机械不停机,无故障地长期运转,其液压系统和液压管路,必须经受得起恶劣的工作条件的考验。这种液压管路用到的管接头,均属于高强度工件。通常用到高强度工件的地方,会有故障不易解决,或故障会带来严重影响、巨大危险等,如海上钻井台设备、矿山机械、船舶应用、兵工设备等。高强度工件意味着:

连接技术一般采用弹性密封,管接头安装可靠性要求很高,管接头选择要注意其压力级别,并采用“重型”接头(欧洲市场标识为 S)。

润滑管路代表另一种极端情况,像此类压力低,而危险性不高的场合应用,在设计管路时,可以采用“特轻型”管接头(欧洲市场标识为 LL)。在机械制造行业使用相对最广泛的,是介于重型和特轻型之间的“轻型”管接头(欧洲市场标识为 L)。

根据压力级别,卡套式管接头可分为重型、轻型和特轻型三种。焊接式锥接头只分重型和轻型两种。美国标准里没有明确地区分重型或轻型,37°扩口接头属于刚性密封,其压力级别低于弹性密封的平面扩口接头。

8. 许可证书和政策法规

个别行业对使用的接头要求有特别的行业证书。如用于造船、海洋平台的管接头需要船级社认证[如 DNV(挪威船级社)、ABS(美国船级社)、GL(德国劳氏)、NK(日本船级社)、CCS(中国船级社)等]。欧洲发电厂管路用到的接头必须经过 100%的检验并配备单项证书检测。可燃气体传送管路通常都须满足严格的要求,所以使用的管接头要具备相应证书。

这里要提到的是碳钢元件表面无 6 价铬镀锌¹⁾新标准。由于 6 价铬可以引起癌变,欧洲共同体自 2002 年起就严格限制了带有 6 价铬电镀的管接头及其他部件的使用。尽管此要求在中国尚未在法规上提出,但国内各行业产品,纷纷进军欧洲,所选配件必须满足当地的要求,及早考虑这一因素,将势必提高产品的市场竞争力。

9. 用户要求和区域标准

专业化设备制造商和项目承包商,都有严格的产品质量管理和设计采购标准。许多厂商将这种要求汇编成设计手册(Specification)。液压元件通常是设计手册的主要对象,以管接头为例,设计包括管接头的标准、材料,甚至还会规定生产厂商。这种规定,最大限度地简化了产品设计和采购的检验程序,保证了部件质量统一性和稳定性,简化了维修步骤,保障了配件供应。最重要的是,通过供销合作,明确质量责任。

除此之外,随着市场国际化,产品设计要更多地考虑到市场地域不同所带来的不同的要求,包括部件配件的供应,以及不同地域对技术、安全、环保等因素不同的规范。

二、管端接头型式及标准

管端接头有不同的系列。国际标准化组织 ISO 在 ISO 8434 系列标准中,确立了高压管路连接型式的主导地位,其中包括卡套(ISO 8434-1)、扩口(ISO 8434-2)、钎焊(ISO 8434-3)和焊接(ISO 8434-4)四种连接型式(见图 1)。

从区域起源来看,ISO 8434-1 和 ISO 8434-4 源于欧洲 24°接头,而 ISO 8434-2 和 ISO 8434-3 在美洲更为流行。

1. 卡套式管接头(起源于德国工业标准 DIN)

(1) 刚性密封卡套式管接头

24°卡套式管接头由德国工程师克雷德尔(Hans Kreidel)于 20 世纪 30 年代发明并以 ERMETO²⁾名称申报专利。由于卡套生产工艺简单,安装容易,且耐压性能好,所以很快得以推广。今天,24°接头型式多样,可以满足各种设计使用要求,而且在世界大多数地区都较普及。

卡套式管接头主要由三部分组成(见图 2):①带 24°锥口的接头体;②带有内刃的表面硬化处理过的卡套;③起紧固作用的螺母。当拧紧螺母时,卡套在螺母的压力下被推入接头体的锥口内,并随之弹

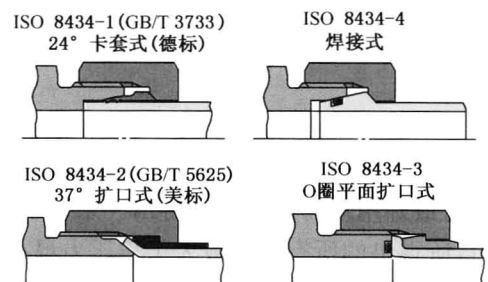


图 1

1) 无 6 价铬镀锌或称 CF(Chromium 6 free),欧洲供货商通常在产品编号里会加上 CF 字样。

2) ERMETO 为希腊语,为密封之意。

性变形,使卡套密封斜面与接头体锥面互相挤压作用,形成刚性密封,同时卡套的内刃口自动卡入钢管外壁,卡套尾部也径向收缩抱住管子,从而达到钢管与接头的可靠连接。

卡套式管接头经过几十年的不断优化,由原来简单的“密封卡套”发展成今天最流行的“渐进式多刃卡套”,即通过卡套在受控条件下逐渐切入管子,达到可靠的连接(见图3)。卡套有两片工作刀刃,前刃(A)切入管面一定深度后,第二刀刃(B)才开始切入。止动面(C)特殊的设计形状使得刀刃切入深度只能达到一个固定值。深度达到以后,止动面(C)和止动边(D)限制卡套继续切入。安装力矩在到达装配终点时激增,从而避免过度安装,一方面防止对管子造成损伤,另外也提高了手工装配的可靠性。

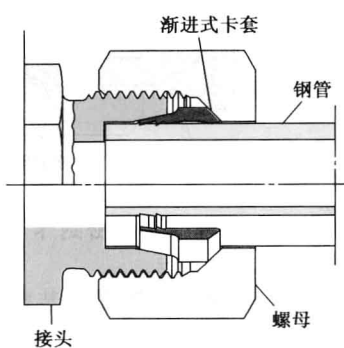


图2 卡套式管接头原理

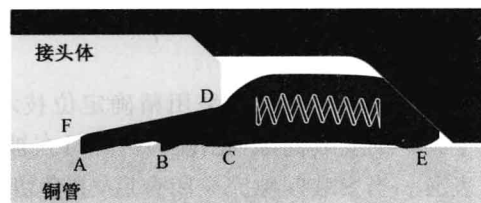


图3 卡套接头机能示意图

现代卡套设计形状使卡套受力分配平均。卡套尾部内面特殊设计,改善了接头的交变抗弯强度和抗拔脱强度。安装结束后,卡套中部稍有拱形凸起,具有一定弹性,有利于缓和来自液压系统的冲击,保证密封;同时弹性效应避免了刚性密封的应力松弛现象,确保卡套在高强度振动和冲击下长期可靠地工作,以及重复拆装使用。

卡套接头的正确安装,是确保液压系统正常工作最关键的一步。在实际操作中,最经常出现的失误是非规范操作。按卡套接头安装标准 DIN 3859-2 及生产商使用说明,正确的安装程序分为预安装、检测和最终安装三步:

- a. 预安装就是将专用的预装器在台钳夹紧,将钢管、卡套、螺母接到预装器上,拧紧,然后用扳手用力拧一圈半为止;
- b. 打开螺母检查,卡套应均匀嵌入钢管表面,在第一个刀刃前造成明显抛起。卡套应该能够有所转动,而不是紧紧贴合在钢管外壁上,但轴向不允许有移动;
- c. 将预装好卡套的钢管通过螺母拧到接头体上,用扳手拧到力矩激增点,再拧 1/4 圈,完成安装。

预装的好坏,直接影响到接头的密封和抗拔脱能力。手工预装,相对效率低,且装配质量不稳定。批量生产时,应使用预装机,以保证预装质量。需注意的是卡套安装,不论预安装还是最终安装,不能依赖于安装力矩,因为影响安装力矩的因素太多,如公差、钢管表面光洁度等,稍有差别就会造成力矩相去甚远,导致安装错误。有的说明书及教科书提出安装力矩,只能作参考,而不能在实际操作中作为依据。

24°卡套式管接头分特轻型(LL)、轻型(L)和重型(S)三种压力级。特轻型接头 ISO 8434-1 中只规定了 4 mm、5 mm、6 mm、8 mm 四个管径,体积小,但耐压较低,主要用于润滑油管路,气体管路。重型接头(S)用于压力要求特别高的地方,采用厚壁材料。使用最为广泛的是轻型接头(L),规格 6 mm~42 mm,其体积相对重型接头要小得多。尽管耐压程度不如重型接头,但能够满足一般液压管路的要求。

(2) 弹性密封卡套式管接头

传统的卡套式管接头是典型的刚性密封,尽管卡套不论从生产还是使用方面都具有各种优势,但它仍有刚性密封的弱点。20 世纪 90 年代,在传统刚性密封卡套式管接头的基础上,产生了更为可靠的弹性密封卡套式管接头。

图 4 所示就是现代液压系统使用最多的弹性密封卡套式管接头型式。弹性密封卡套式管接头基本

传承了原来传统卡套的操作简易性能,而在设计上,原来起固定和密封作用的卡套被分解成带密封圈的定位环和卡套两个元件。

定位环由金属圈及硫化在金属圈上的橡胶密封圈组成。如图 4 所示,当安装完成后,它在卡套和螺母作用下固定在接头体和管外表面的 12°锥内,堵住了接头唯一的泄漏通道,不仅封闭管内流体,而且防止管内失压时空气进入系统。密封环的设计采用了有限元法,使密封件几何尺寸、材料强度以及安装力矩等搭配合理,优化了密封效果。密封室形状合理,没有空隙,不会产生密封圈被挤出的问题。密封圈平均受压,降低磨损。这种密封结构,密封效果与系统压力成正比,保证了管路即使在高压和脉冲下能长久无泄漏。

弹性密封卡套接头采用精确定位技术:卡套与密封套之间有一个固定的安装间隙(见图 5)。螺母在被拧紧时,推动卡套切入管子表面。当安装间隙完全闭合后,卡套切入也达到了合适深度,螺母不能继续拧动。这样一来,避免了传统卡套的过度安装或安装不到位的缺陷,降低了装配难度,提高了装配效率,改善了装配的可靠性。

由于接头体密封锥面不与刚性卡套接触,安装时不会受到破坏,所以,弹性密封适合多次安装,密封套可以更换。特别是管路维修时,只需要更换定位环,避免了因为更换卡套而要更换整个钢管的传统维修法,降低了维修成本和工时。

弹性卡套符合 ISO 8434-1,接头系列最大程度上采用传统卡套接头的标准元件,如螺母、接头体、钢管。由于只改变了一个小关键部件,使得新系统在不增加成本的同时,性能得以提高。

2. 扩口式管接头(起源于美国工业标准 SAE)

(1) 37°扩口式管接头

37°扩口式管接头(“Triple-Lok”)于 20 世纪 30 年代初在美国工业界被使用。美国汽车工程协会将此接头型式纳入 SAE 工业标准。

图 6 为 37°扩口式管接头剖面图。接头系列由接头体、螺母、管套及钢管组成。其中接头体接管端为美标外螺纹(UN/UNF-A),螺纹端部加工成 37°外锥面,即密封面,它与通过冷变形加工形成的喇叭口式的 37°管口相接。如图 6 所示,通过拧紧螺母,达到刚性密封效果。

37°扩口式管接头(ISO 8434-2)与卡套式管接头(ISO 8434-1)共同成为液压工业使用最广的两种管接头。37°扩口式管接头既适用于英制标准钢管(1/4"~1 1/2"),也适用于公制钢管(6 mm~50 mm)。

37°扩口式管接头需要机械装置加工。常用的方法为滚压式扩口,通称“Parflange”。加工时,将钢管固定,而扩口锥在轴向前行时,一方面沿轴芯旋转,同时径向摆动,类似螺旋行动轨迹。这种加工方法形成的密封面平滑,同时冷变形加工使钢管表面机械性能提高。所以,使用这种连接方式,其密封效果几乎不受钢管本身表面精度影响。

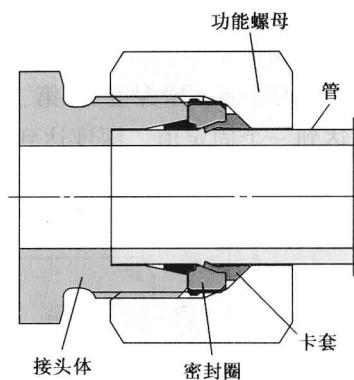


图 4 弹性密封卡套接头

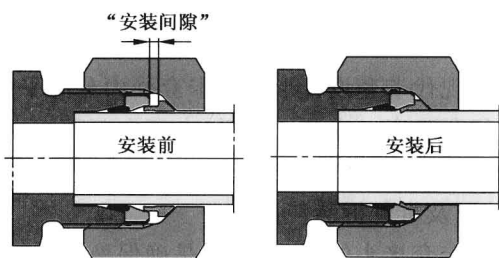


图 5 弹性密封卡套接头安装示意图

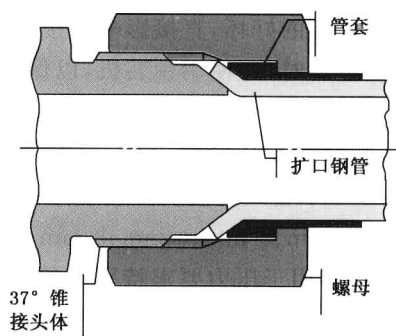


图 6 37°扩口式管接头

这种扩口法不能加工壁厚很大的钢管,所以 37°扩口式管接头耐压程度有限。标准规定 6 mm 钢管最大耐压 315 bar,而 38 mm 钢管最大耐压 160 bar。这个标准包含四倍保险系数。这个压力上限,已不能满足现代化机械的压力要求。

(2) O形圈平面密封接头

为达到更好耐压性能,扩口式管接头系列引进了 O形圈平面密封管接头(见图 7),英文简称 ORFS(O-Ring Face Seal)。现代 O形圈平面密封扩口管接头采用滚压扩口将管口加工成平面密封面。加工原理与 37°扩口相同。接头体接管端为美标外螺纹(UN/UNF-A),螺纹端面为带有 O形圈沟槽的平面,即密封面。安装时,将被加工成平面的管口与接头体端面相接,通过拧紧螺母,达到弹性密封。

O形圈平面扩口式管接头同样适用于英制和公制钢管。技术标准均为 ISO 8434-3。标准设定的工作压力为最大 630 bar。

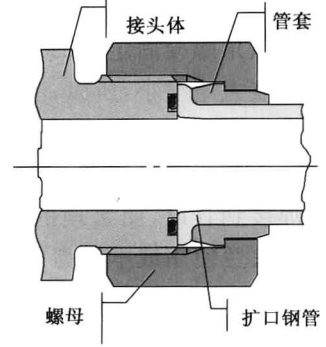


图 7 O形圈平面密封接头

3. 24°特殊接头

由于 24°卡套式管接头的普及,带有 24°锥口的接头体成为一种标准元件,在液压工业中使用很广。它既可以用卡套,也可以与焊接接头连接。

(1) 24°焊接接头

欧洲市场用于特殊管路的 24°焊接接头(见图 8)技术标准均为 ISO 8434-4,也属于 ISO 8434 系列。焊接接头可以与 ISO 8434-1中规定的卡套式接头体配合使用。

安装时,先将接头的焊接端口与管口对焊。然后将 O形圈放入密封锥上的 O形圈沟槽内,再将 24°锥体与接头体的 24°锥口对接,用螺母拧紧。

焊接工序繁琐,管路焊接前后清洗,X光检测,而且焊接工序对员工以及设备要求等都很高,使连接成本偏高。所以,只有当设计者要求时才会用到焊接式管接头。一般用于稍大口径管路。

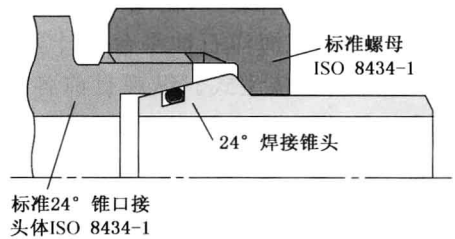


图 8 焊接接头

(2) 24°弹性密封管口成型接头

近年来推出的管口成型接头主要用于替代焊接接头。成型接头毋须焊接,可降低安装成本。同时,在个别应用场合,卡套接头无法使用时,成型接头可以与标准 24°接头体连接。

当前市场通行的成型接头一般都采用弹性密封。市场现有不同专利管口成型方法都是使用机械装置加工,将管口冷变形加工而成型。加工成型后,管口连接处机械性能和表面质量得到改善。

图 9 为成型接头与弹性密封卡套接头对比。不难发现,成型后的管口与弹性密封卡套管口形状相同。这样一来,成型接头与弹性密封卡套接头所使用部件,包括密封圈、螺母,还有接头体均相同,可以充分发挥系统兼容性特点。

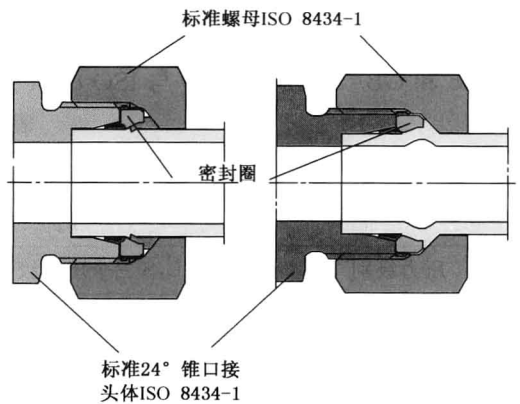


图 9 24°弹性密封管口成型接头

在此弹性密封套密封功能与上面弹性密封卡套接头相同。安装过程稍有区别。弹性密封卡套要有预安装过程,而成型接头只需要将管口加工成型后,套上密封圈,就可以直接用螺母与接头体拧到一起了。

4. 法兰式接头

以上所述接头型式属液压管路常用接头,ISO 8434 系列的标准管径最大不超过 42 mm 或 1 1/2 in。当所要连接的管径超过 42 mm 时,必须用法兰式接头。

液压法兰的标准有 ISO 6162 (即 SAE J518)及 ISO 6164 两项。ISO 6162 也称为 SAE 法兰。标准规定了中压(SAE 3000)和高压(SAE 6000) 两个系列。SAE 法兰有两半法兰和整体法兰两种形式,由四个六角螺栓固定。ISO 6164 为方形法兰,在欧洲国家使用较多。相对卡套或扩口式管接头,法兰接头安装力矩很小,所以,法兰接头用于中大口径管路。一般 16 mm 以上可以使用法兰。连接 42 mm 或 1 1/2 in 以上尺寸的管子,已无法使用卡套式管接头或扩口式管接头,必须使用法兰接头。

传统法兰接头是由法兰固定件和法兰芯组成。法兰芯须焊接到管口,而繁琐的焊接准备和焊接检测程序,使传统焊接法兰使用成本较高。

近年来工程机械、造船及海工设备广泛采用 37°扩口法兰。扩口法兰连接是一种非焊接连接技术。这种连接与上面提到的 37°扩口式管接头相似,用滚压扩口设备在钢管端部形成光滑的 37°密封锥面,与接头锥体形成形状匹配,与弹性密封件相配,达到密封接合(见图 10)。

37°扩口法兰接头可用于 25 mm 以上,最大 140 mm 的管路连接。扩口法兰广泛用于造船,特别是海工方面的大口径钢管连接,在海洋石油平台设计界,37°扩口法兰被作为钻井工业标准连接型式。纵观目前各种工业应用,缩短工期,降低成本,提高生产效率成为当务之急,而相对焊接连接,成型连接技术能大大缩短工期,从而达到降低管路整体成本,提高生产功效的目的。

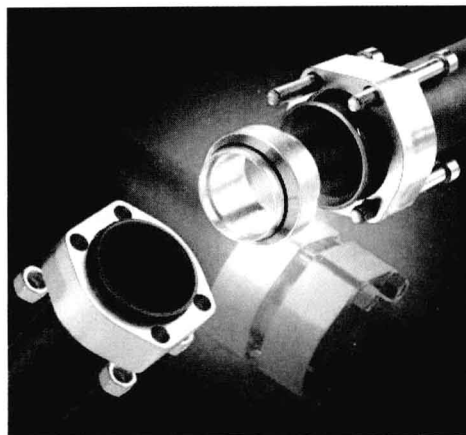


图 10 37°扩口法兰接头

三、管末端接头标准对比

前面介绍了世界最流行的管端接头的几种型式,其中欧洲通用的 24°卡套式管接头和美国通用的 37°扩口式管接头在 20 世纪 80 年代被中国纳入国标,卡套式管接头为 GB/T 3733~3765,37°扩口式管接头为 GB/T 5625~5653。这两种标准都属于国际标准 ISO 8434 系列。2008 年,我国根据 ISO 8434 系列,对卡套式和扩口式管接头系列国标进行了修订,以便从基本要求上更加接近国际标准。同时,以 ISO 8434-3 标准为基础,2005 年修订了 JB/T 966,改进了 O 形圈平面密封接头。以下就将 GB/T 3733~3765 和 GB/T 5625~5653 与 ISO 8434 系列标准稍作对比:

表 1 卡套式管接头

| 主要内容 | 标准编号 | |
|--------|--|---|
| | ISO 8434-1 | GB/T 3733~3765—2008 |
| 压力级别 | LL,L,S 三个压力级 | 新修订本与 ISO 8434-1 相同 |
| 检测 | 由 ISO 19879 规定 | GB/T 3765 基本遵循 ISO 19879 |
| 材料 | 无具体材料型号规定,只区分碳钢,不锈钢,铜合金。而 DIN 3859-1 却详细区分各种材料的具体使用 | 与 ISO 8434-1 相同 |
| 应用钢管材料 | 公制钢管,钢管按 R37NBK(正火)热处理。碳钢管执行 ISO 3304,不锈钢管执行 ISO 1127 标准,铜管执行 ISO 274 标准 | 碳钢管执行 GB/T 3639 低碳钢正火(NBK)无缝钢管标准,不锈钢管执行 ISO 1127 标准 |
| 管接口螺纹 | ISO 261 公制螺纹 | GB/T 193 与 ISO 261 等同 |

续表 1

| 主要内容 | 标准编号 | |
|-------|--|--|
| | ISO 8434-1 | GB/T 3733~3765—2008 |
| 油口端螺纹 | ISO 261 公制螺纹或 ISO 228-1 英制螺纹。标准没有规定锥螺纹使用, DIN 3859 内原有的 ISO 7 螺纹内密封型式被取消 | GB/T 193 与 ISO 261 等同; GB/T 7307 与 ISO 228-1 等同; 仍规定螺纹内密封型式, 即 ISO 7-1 及 NPT 锥螺纹 |
| 卡套 | 只规定基本尺寸, 卡口由制造商决定 | 与 ISO 8434 相同 |
| 表面处理 | ISO 8434 没有碳钢件表面处理规定。但须满足 72 h 中性盐雾试验。DIN 3859 原规定表面处理, 但没有规定具体方法, ISO 4042 及 ISO 3892 均属于可行方法 | 须满足 72 h 盐雾试验要求。 |
| 加工标准 | 密封锥口为 $Ra = 2.5 \mu\text{m}$, 一般机加工表面 $Ra = 6.2 \mu\text{m}$ | 密封锥口为 $Ra = 3.2 \mu\text{m}$, 一般机加工表面 $Ra = 6.3 \mu\text{m}$ |
| 总结 | 修订后的国标的重点技术指标与国际标准基本等同。国标更强调公制油口的连接 | |

表 2 37°扩口式管接头

| 主要内容 | 标准编号 | |
|-------------|---|---|
| | ISO 8434-2 | GB/T 5625~5653—2008 |
| 尺寸 | 外径 6 mm~50 mm 1/4 in~2 in | 外径 4 mm~34 mm 无英寸尺寸规格 |
| 压力级别 | 80 bar~350 bar | 50 bar~160 bar 低压应用 |
| 检测 | 由 ISO 19879 规定 72 h 盐雾试验 | GB/T 5653 只规定 3.5 bar 密封测试及两倍保险系数的爆破检验 72 h 盐雾试验 |
| 材料 | 无具体材料型号规定, 只区分碳钢, 不锈钢, 铜合金 | 没有规定不锈钢接头。 较详细推荐了接头体、管套、螺母使用材料, 材料以 GB 为基础 |
| 应用钢管材料 | 公制及英寸钢管均可以使用, 钢管按 R37NBK(正火)热处理, 并规定最大硬度 65 HRB。碳钢管执行 ISO 3304, 不锈钢管执行 ISO 1127, 铜管执行 ISO 274 | 碳钢管执行 GB/T 3639 无缝钢管标准, 紫铜管执行 GB/T 1527、GB/T 1528 |
| 管接口螺纹 | ISO 725 UN/UNF 螺纹 | 公制螺纹 |
| 油口柱端螺纹/密封型式 | ISO 261 公制螺纹/ ISO 6149-3 或 ISO 228-1 英制螺纹/ ISO 1179-3 ISO 725 UNF 螺纹/ISO 11926-3 | GB/T 193 与 ISO 261 等同; GB/T 7307 与 ISO 228-1 等同; 螺纹内密封型式, 即 ISO 7-1 及 NPT 锥螺纹 |
| 表面处理 | ISO 8434 没有碳钢件表面处理规定, 但应满足盐雾试验要求 | 与 ISO 8434 相同, 没有具体要求, 但须满足盐雾试验要求 |
| 加工标准 | 密封锥口为 $Ra = 2.5 \mu\text{m}$, 一般机加工表面 $Ra = 6.3 \mu\text{m}$ | 密封锥口为 $Ra = 3.2 \mu\text{m}$, 一般机加工表面 $Ra = 6.3 \mu\text{m}$ |
| 总结 | 目前国内不论从应用或生产角度, 均将 37°扩口接头基本作为低压接头使用 | |

表 3 O 形圈平面密封接头钎焊式

| 主要内容 | 标准编号 | |
|-------------|---|--|
| | ISO 8434-3 | JB/T 966—2005 |
| 尺寸 | 外径 6 mm~38 mm 1/4 in~1 1/2 in | 外径 6 mm~50 mm 无英寸尺寸规格 |
| 压力级别 | 最大 630 bar (不可调向接头) 最大 400 bar (可调向接头) | 最大 630 bar (不可调向接头) 最大 400 bar (可调向接头) |
| 检测 | 由 ISO 19879 规定 72 h 盐雾试验 | 与 ISO 19879 相同 |
| 材料 | 无具体材料型号规定, ISO 8434-3 只规定 碳钢 | 规定碳钢和不锈钢材料接头并推荐接头 体、套管、螺母使用材料型号, 推荐材料以 GB 为基础 |
| 应用钢管材料 | 公制及英寸钢管均可以使用。碳钢管执 行 ISO 3304 及 ISO 3305 | 碳钢管执行 GB/T 3639 |
| 管接口螺纹 | ISO 263 UN/UNF 螺纹 | 公制螺纹 |
| 油口柱端螺纹/密封型式 | ISO 261 公制螺纹/ ISO 6149-3 | 只规定螺纹基本尺寸按 GB/T 196 (与 ISO 724 等同) 执行, 密封型式 ISO 6149-3, 同时将 ISO 1179、ISO 9974 中的 A、E 两种 型式作为资料性连接型式, 加以介绍 |
| 表面处理 | ISO 8434 没有碳钢件表面处理规定, 但应 满足盐雾试验要求 | 与 ISO 8434 相同, 没有具体要求, 但须满 足盐雾试验要求 |
| 加工标准 | 密封平面为 $Ra = 3.2 \mu\text{m}$, 一般机加工表 面 $Ra = 6.3 \mu\text{m}$ | 与 ISO 8434-1 相同 |
| 总结 | 从采标角度来看, JB 966 很大程度上接近 ISO 8434-3, 但两种标准都以钎焊接式接头为 主, 没有考虑 O 形圈密封钢管平面扩口式接头 | |

四、油口端螺纹连接及标准

液压系统的元件(如泵、阀、缸等)要用钢管或软管连接。管接头的作用是保证元件油口与管路连接处的紧固和密封。上面介绍了管接头与管路的连接方式。下面则介绍接头与液压元件油口的螺纹连接。

1. 基本结构

据国际标准化组织统计, 目前全世界有 99 种不同的用于管路连接的管螺纹连接和密封标准。其中十几种在世界各地较为通用。管螺纹可按其几何参数粗略分为公制、英制和美制³⁾ 三种规格。各种规格的油口端连接按照基本结构又可分为三大类: 锥螺纹连接、刚性密封柱型螺纹连接和弹性密封柱型螺纹连接。

锥螺纹连接的最大特点是螺纹内密封, 即内外螺纹互相作用, 达到密封效果。这种连接属于刚性密封型式。螺纹起到的是密封和紧固两种作用。

柱型螺纹连接(或称平行螺纹连接), 不靠内外螺纹之间贴合密封。螺纹只起到固定的作用。密封

3) 公制: metric threads, 英制: BSP thread (British Standard Pipe thread) 起源于惠氏螺纹 (Whitworth Thread), 基本几何结构由 ISO 7 和 ISO 228 规定, 连接型式有柱型螺纹 (BSPP- British Standard Pipe Parallel Thread) 和锥型螺纹 (BSPT, British Standard Pipe Taper Thread)。美制: 有锥型的 NPT 和柱型的 UN/UNF 两大类, 详见脚注 4) 和 5)。

需要在内螺纹入口处与外螺纹根部通过不同的方式或介质进行密封。柱型螺纹连接分刚性和弹性密封两种。

(1) 锥螺纹连接

锥螺纹连接型式属螺纹内密封型式,其外螺纹均为锥型,相应内螺纹可以是柱型或锥型。这种螺纹起源于管路安装。欧洲通行的惠氏管螺纹,其几何参数由国际标准 ISO 7 规定。ISO 规定的锥型连接,外螺纹为锥体,内螺纹为柱型。当外螺纹不断拧入,力矩会逐渐增高,但没有一个比较明显的安装终点。美国通用的锥螺纹为 NPT⁴⁾,其基本标准是 ANSI B1. 20. 1。美制螺纹与惠氏锥螺纹不同的是,外螺纹和内螺纹均为锥体。

锥型螺纹连接的最大缺点是不能长久保持密封。锥螺纹连接处在安装完毕后总会留下一个螺旋型缝隙,造成泄漏。所以安装锥型螺纹必须使用密封胶。但密封胶用到带油污的螺丝面会失去密封效果。特别是检修时,一般无法保证密封胶的正确使用。

(2) 刚性密封柱型螺纹连接

刚性密封柱型螺纹连接发源于欧洲。ISO 9974(DIN 3852-1)和 ISO 1179(DIN 3852-2)规定了公制和英制柱型内外螺纹的型式。各种型式共同点就是靠外螺纹根部的密封边(B型)或加一个铜垫圈(A型)与内螺纹入口平面接触形成密封。铜圈密封因为耐压不高,在液压系统已不被采用。

(3) 弹性密封柱型螺纹

弹性密封柱型螺纹连接起源于美制螺纹 UN/UNF⁵⁾。这种螺纹连接型式的标准为 ISO 11926 (1-3)。其特点为 O 形圈密封。内螺纹口部设有 O 形圈位于接头外螺纹根部。接头拧入内螺纹后,O 形圈在 O 形圈内受一定压力,将空间添满,达到密封效果,见图 11。

在欧洲,液压工业流行最广的弹性密封连接型式是在原有的 DIN 3852 刚性密封接头的基础上形成的。接口型式与刚性密封接口相同。由于这种接口没有 UNF 接口的 O 圈,不能使用 O 圈密封,而是用 DIN 3869 规定的丁腈橡胶(NBR) ED 型圈密封。相应的接头标准包括公制(ISO 9974)和英制(ISO 1179)两种螺纹型式。

国际标准化组织以 ISO 11926 的结构为基础,推出 O 圈式公制螺纹连接标准 ISO 6149,并建议,今后液压设计应当采用这个新标准,而不应采用 ISO 11926,ISO 1179 或 ISO 9974。

弹性密封接头的安装力矩通常比刚性密封接头要低 20%,而且允许的力矩偏差范围也大得多。其实,有经验的安装工人不用力矩扳手也可以正确地安装弹性密封接头。接头在安装时,基本可以排除被损坏的情况。

2. 密封性能和耐压级别

实验证明,接头的密封型式以及结构对其耐压性能有直接影响。以 3/8 in 和 16 mm 的接头为例,带铜垫圈的螺纹型式(A型),耐压最低,爆破压力不到 1 000 bar。这种密封型式不适用于现代液压系统。锥型惠氏管螺纹(C型)与美制锥螺纹(NPT) 爆破压力为 2 000 bar 左右。刚性密封的密封边柱型螺纹(即 B 型) 爆破压力也在 2 000 bar 左右。

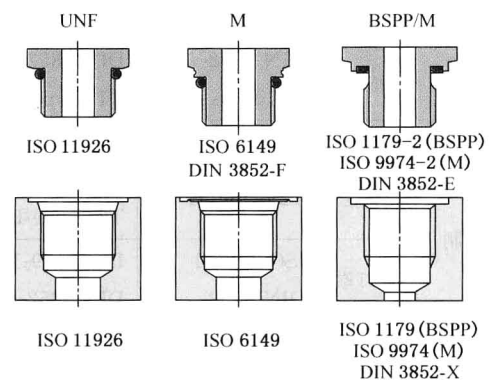


图 11 弹性密封油口接头对比

4) NPT: National Pipe Thread Tapered(美国)国家统一锥型管螺纹。

5) UN: Unified National Thread 美国统一螺纹。UNF: Unified National Thread Fine 美国统一细螺纹。UN 和 UNF 其实并非两种不同螺纹标准,而是根据螺纹直径大小,分别属于 UN 或 UNF。

弹性密封与刚性密封原理有所不同:弹性密封连接的可能泄漏油路不是一条边,而是整个密封件与接头的接触面。系统油压提高,能使橡胶密封件更好地贴附在界面。所以,系统油压力升高,密封效果相反会得到改善。O圈密封(F型)和型圈密封(E型)耐压程度最好。G3/8 in接头,爆破压力超过3 000 Pa,如果考虑4倍保险系数,最大工作压力可达800 Pa。

弹性密封连接不纯粹靠安装力矩实现密封效果,弹性密封接头安装时也不会被损坏,所以只要螺纹不出现断裂等机械问题,系统密封即使在振动和冲击作用下,也会得到长久保证。刚性密封连接处出现的渗漏现象,用弹性密封基本可以排除。除此之外,弹性密封接头对安装面精度要求较低,加工成本也相应较低。

3. 各式油口接头型式及标准汇总(见表4)

表4

| 密封形式 | | 铜圈密封 刚性 | 接头体边密封 刚性 | ED密封圈 弹性 | O形圈密封 弹性 | | 锥螺纹密封 刚性 |
|--------|-----------|--|--|--|----------------------------|--------------------------|----------------|
| 简称 | | A型 | B型 | E型 | F型 | F型 | NPT |
| 公制 | 柱端 标准 | DIN 3852- T1, Type A | ISO 9974-3 DIN 3852- T1, Type B | ISO 9974-2 DIN 3852- T11, Type E | | ISO 6149-2 ISO 6149-3 | |
| | 油口端 标准 | ISO 9974-1 DIN 3852- T1, Type X, Y | ISO 9974-1 DIN 3852- T1, Type X, Y | ISO 9974-1 DIN 3852- T1, Type X, Y | | ISO 6149-1 | |
| 英制 | 柱端 标准 | DIN 3852- T2, Type A | ISO 1179-4 DIN 3852- T2, Type B | ISO 1179-2 DIN 3852- T11, Type E | | JIS B2351 | |
| | 油口端 标准 | ISO 1179-1 DIN 3852- T2, Type X, Y | ISO 1179-1 DIN 3852- T2, Type X, Y | ISO 1179-1 DIN 3852- T2, Type X, Y | | JIS B2351 | |
| 美制 | 柱端 标准 | | | | ISO 11926-2 ISO 11926-3 | | ASME B1. 20. 1 |
| | 油口端 标准 | | | | ISO 11926-1 | | ASME B1. 20. 1 |
| 国际应用程度 | | 已基本消失 | 较广 | 很广 | 很广 | 较广 | 下降趋势 |
| 耐压 | | 很低 | 中等 | 高 | 很高 | 很高 | 高 |

4. 管接头相关标准对照(见表5)

表5

| 内 容 | | 国家标准 GB | 国际标准 ISO | 国外标准 |
|-----------|----------|-------------------------|------------|--------------------------------|
| 管接头 标准 | 24°卡套式接头 | GB/T 3733~ GB/T 3765 | ISO 8434-1 | DIN 3859-1~3859-3, DIN 2353 |
| | 卡套 | GB/T 3764 | | DIN 3861 |
| | 24°焊接接头 | GB/T 3747 | ISO 8434-4 | DIN 3865 |
| | 37°扩口接头 | GB/T 5625~ GB/T 5653 | ISO 8434-2 | SAE J514 |
| | O圈平面扩口接头 | JB/T 966—2005 | ISO 8434-3 | SAE J1453 |
| | 检测标准 | GB/T 3765 | ISO 19879 | DIN 3859-3 |

续表 5

| 内 容 | | 国家标准 GB | 国际标准 ISO | 国外标准 |
|----------|--|--------------------------|---|---------------------------------|
| 螺纹 标准 | 55°英制螺纹-螺纹内密封 Whitworth 螺纹, 锥形外螺纹,柱型内螺纹 | GB/T 7306 | ISO 7-1, ISO 7-2 | DIN 3858 |
| | 55°英制螺纹-非螺纹内密封 | GB/T 7307 | ISO 228-1, ISO 228-2 | DIN EN ISO 228 |
| | 60°公制螺纹 | GB/T 193, GB/T 196 | ISO 261, ISO 724 | DIN 13-5~13-7 |
| | 美制螺纹 UN/UNF | 没有制定 | ISO 263, ISO 725 | ASME B1.1 |
| 连接 标准 | 公制螺纹,O 圈密封(F 型密封) | GB/T 3765 附件 中体现 | ISO 6149 | DIN 3852 Part3 |
| | 美制 UNF 螺纹,O 圈密封(F 型密封) | 没有制定 | ISO 11926 | SAE J1926 |
| | 英制螺纹,非螺纹内密封(A,B,C,E 型密封) | GB/T 19674-1~ 19674-3 | ISO 1179(B,E 型) | DIN 3852-2 (A, B, C),-11(E) |
| | 公制螺纹,非螺纹内密封(A,B,C,E 型密封) | GB/T 19674-1~ 19674-3 | ISO 9974(B,E 型) | DIN3852-1 (A, B, C),-11(E) |
| 法兰 标准 | SAE 液压法兰 | | ISO 6162-1, ISO 6162-2 | SAE J518-3000, SAE J518-6000 |
| | 方型液压法兰 | | ISO 6164 | |
| 钢管 标准 | 冷拔或冷轧精密无缝钢管 | GB/T 3639-2000 | ISO 3304, DIN EN 10305-1, DIN EN 10305-4, DIN EN 10216-5 | DIN 1630, DIN 2391 |
| | 不锈钢无缝钢管 | | DIN EN ISO 1127, DIN EN 10216-5 | DIN 17458 |

5. 管接头相关国际标准

表 6

| 序号 | 标准编号 | 标 准 名 称 |
|----|----------------|--|
| 1 | ISO 7-1 | 管端螺纹 螺纹内密封式锥螺纹(55°英制螺纹) 第 1 部分:尺寸,公差,规格 |
| 2 | ISO 7-2 | 管端螺纹 螺纹内密封式锥螺纹(55°英制螺纹) 第 2 部分:尺寸检验 |
| 3 | ISO 228-1:2000 | 非螺纹密封的管螺纹 第 1 部分:尺寸、公差及代号 |
| 4 | ISO 228-2:1987 | 非螺纹密封的管螺纹 第 2 部分:用极限量规验收 |
| 5 | ISO 261 | ISO 一般用途的米制螺纹 概论 |
| 6 | ISO 724 | ISO 一般用途的米制螺纹 基本尺寸 |
| 7 | ISO 263 | ISO 英寸制螺纹 总方案及螺钉、螺栓和螺母的选择 直径范围 0.06~6 英寸 |
| 8 | ISO 725 | ISO 英寸制螺纹 基本尺寸 |
| 9 | ISO 1179-1 | 用于流体传动和一般用途的管接头 带 ISO 228-1 螺纹和弹性体密封件或金属对金属密封件的油口和柱端 第 1 部分:螺纹油口 |
| 10 | ISO 1179-2 | 用于流体传动和一般用途的管接头 带 ISO 228-1 螺纹和弹性体密封件或金属对金属密封件的油口和柱端 第 2 部分:外螺纹接头端,带弹性密封件的重型(S 系列)和轻型(L 系列)密封柱端(E 型) |
| 11 | ISO 1179-3 | 用于流体传动和一般用途的管接头 带 ISO 228-1 螺纹和弹性体密封件或金属对金属密封件的油口和柱端 第 3 部分:带 O 形圈及挡圈的轻型(L 系列)密封柱端(G 型和 H 型) |