(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 111805185 B
(45)授权公告日 2021.11.16

(21)申请号 202010718010.4
(22)申请日 2020.07.23
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 111805185 A
(43)申请公布日 2020.10.23
(73)专利权人 湖北三江航天红阳机电有限公司
地址 432000 湖北省孝感市长征路95号
(72)发明人 黄小惠 甘其源 赵李萍 吴国君
(74)专利代理机构 北京众达德权知识产权代理有限公司 11570
代理人 刘天虹
(51)Int.Cl.
B23P 15/00(2006.01)
B23B 27/00(2006.01)

审查员 孙丽莹

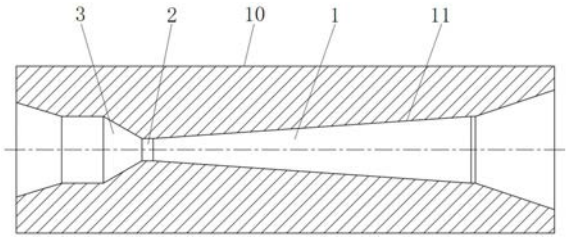
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

一种含型腔的管状零件加工方法

(57)摘要

本发明公开了一种含型腔的管状零件加工方法，管状零件的型腔包括依次连通的中心锥孔、喉部和第二锥孔。加工方法包括粗加工、半精加工和精加工，以管状零件的外圆作为统一加工基准。粗加工主要用于加工加工基准、钻穿型腔孔以及初步去除中心锥孔加工余量。半精加工主要用于去除中心锥孔的剩余部分孔段的加工余量，并余留精加工余量。精加工用于去除第二锥孔的加工余量，以及前工序余留的中心锥孔加工余量和喉部加工余量。本发明提供的含型腔的管状零件加工方法，采取细长型腔高效余量去除方式，针对性进行精密车削刀具设计及选择，解决了现有技术加工精度和表面质量较差、加工效率低的问题，提高了零件的加工效率，零件合格率可达到90%以上。



CN 111805185 B

1.一种含型腔的管状零件加工方法,其特征在于:所述型腔贯通所述管状零件,所述型腔包括中心锥孔、第二锥孔和喉部,所述喉部位于所述中心锥孔与所述第二锥孔之间、且连通所述中心锥孔与所述第二锥孔;所述加工方法包括如下步骤:

粗加工:

加工所述管状零件的外圆,以所述管状零件的外圆作为统一加工基准;

采用1个以上钻头自所述中心锥孔侧钻孔,钻至对应所述中心锥孔锥孔直径所在的深度;

采用直径小于所述喉部孔径的钻头自所述第二锥孔侧钻孔,直至两侧钻孔钻穿;

去除所述中心锥孔的设定部分孔段的材料,包括:采用车刀去除所述中心锥孔的直径最大的钻孔对应深度以上的材料,余留设定的加工余量;半精加工:

去除所述中心锥孔的剩余部分孔段的材料,包括:采用立式装夹,以所述管状零件的外圆作为加工基准,打表外圆找正中心;采用加长球头铣刀,铣削去除所述中心锥孔的剩余部分孔段的材料,余留设定的加工余量;

精加工:

通过两次以上走刀,去除所述中心锥孔的所述加工余量,包括:其中第一次走刀,材料去除量0.05～0.15mm,消除粗加工及半精加工产生的接刀台阶;两次以上走刀,去除所述中心锥孔的剩余加工余量;完成所述中心锥孔的精加工;

去除所述第二锥孔的加工余量,完成所述第二锥孔的精加工;

进行所述喉部的精加工,得到所述含型腔的管状零件。

2.如权利要求1所述的含型腔的管状零件加工方法,其特征在于:所述粗加工,包括:

对所述管状零件的外圆进行磨削,加工至外圆圆度、直线度在0.05mm以内,将所述管状零件的外圆作为统一加工基准;

采用2个以上直径不同的钻头自所述中心锥孔侧分段钻孔,2个以上所述钻头按直径从大至小、依次钻至对应所述中心锥孔锥孔直径所在的深度;

直径小于所述喉部孔径的钻头采用硬质合金深孔钻头。

3.如权利要求1-2中任一项所述的含型腔的管状零件加工方法,其特征在于:所述设定的加工余量不超过所述中心锥孔直径的10%。

4.如权利要求3所述的含型腔的管状零件加工方法,其特征在于:所述去除所述第二锥孔的加工余量,包括:

将所述管状零件调头放置,以所述管状零件的外圆作为加工基准,打表外圆找正中心,保证喉部左右两侧同轴,去除所述第二锥孔的加工余量。

5.如权利要求4所述的含型腔的管状零件加工方法,其特征在于:所述喉部的精加工,包括:

车削所述喉部的材料,余留设定的喉部精加工余量;

采用直径与所述喉部孔径相同的铰刀精铰喉部,去除所述喉部精加工余量。

6.如权利要求5所述的含型腔的管状零件加工方法,其特征在于:所述走刀的刀具包括异形加长车刀杆和刀头;

所述异形加长车刀杆采用调质热处理的高强度钢,所述异形加长车刀杆的装刀头部分的直径自刀头至夹持部分逐渐增大、且外形与待加工型腔的设计型腔尺寸特征适配。

7.如权利要求6所述的含型腔的管状零件加工方法，其特征在于：所述刀头为镗刀片，所述镗刀片的前角和主偏角均大于所述刀具的原装车刀片。

一种含型腔的管状零件加工方法

技术领域

[0001] 本申请属于金属零件加工技术领域，具体涉及一种含型腔的管状零件加工方法。

背景技术

[0002] 在液压和气压等工作介质为流体的领域，经常使用含型腔的管状零件。含型腔的管状零件通过内部型腔的尺寸设计，通过表面粗糙度小的中心锥孔及小孔径喉部来实现流体的限流，或获得一定规格的压差，如文氏管等零部件则充分利用了此原理。

[0003] 含型腔的管状零件一般具有以下特点：

[0004] (1)材料一般采用不锈钢(防止材料接触液体锈蚀)，属于难加工材料；

[0005] (2)内部型腔狭小细长，中心锥孔角度公差较小，角度公差±0.1°以内；

[0006] (3)喉部孔径公差较小，直径公差±0.02mm以内；

[0007] (4)中心锥孔表面粗糙度要求高，内部型腔表面粗糙度要求达到Ra1.6以下。

[0008] 现有的含型腔的管状零件的机械加工方法如下：(1)使用标准麻花钻作为主要钻削刀具进行排量；(2)粗、精车内外形至设计尺寸。另有部分生产厂家采用电火花加工。

[0009] 采用现有的机械加工方法存在的问题为：

[0010] 1、普通机械加工加工精度低，零件合格率仅50％；

[0011] 2、电火花加工型腔、型孔的加工精度高，零件合格率高，但是电火花加工必须依托先进的电火花加工设备，大部分零件生产厂家基于生产规模和生产成本的限制，未配置电火花加工设备。

[0012] 上述问题导致目前市面上含型腔的管状零件质量良莠不齐，而高质量的含型腔的管状零件成本较高。

发明内容

[0013] 为解决上述技术问题，本发明提供一种含型腔的管状零件加工方法，可通过普通机械加工生产高精度含型腔的管状零件。

[0014] 实现本发明目的所采用的技术方案为，一种含型腔的管状零件加工方法，所述型腔贯通所述管状零件，所述型腔包括中心锥孔、第二锥孔和喉部，所述喉部位于所述中心锥孔与所述第二锥孔之间、且连通所述中心锥孔与所述第二锥孔；加工方法包括如下步骤：

[0015] 粗加工：

[0016] 加工所述管状零件的外圆，以所述管状零件的外圆作为统一加工基准；

[0017] 采用1个以上钻头自所述中心锥孔侧钻孔，钻至对应所述中心锥孔锥孔直径所在的深度；

[0018] 采用直径小于所述喉部孔径的钻头自所述第二锥孔侧钻孔，直至两侧钻孔钻穿；

[0019] 去除所述中心锥孔的设定部分孔段的材料，余留设定的加工余量；

[0020] 半精加工：

[0021] 去除所述中心锥孔的剩余部分孔段的材料，余留设定的加工余量；

[0022] 精加工：

[0023] 通过两次以上走刀，去除所述中心锥孔的所述加工余量，完成所述中心锥孔的精加工；

[0024] 去除所述第二锥孔的加工余量，完成所述第二锥孔的精加工；

[0025] 进行所述喉部的精加工，得到所述含型腔的管状零件。

[0026] 进一步地，所述粗加工，包括：

[0027] 对所述管状零件的外圆进行磨削，加工至外圆圆度、直线度在0.05mm以内，将所述管状零件的外圆作为统一加工基准；

[0028] 采用2个以上直径不同的钻头自所述中心锥孔侧分段钻孔，2个以上所述钻头按直径从大至小、依次钻至对应所述中心锥孔锥孔直径所在的深度；

[0029] 直径小于所述喉部孔径的钻头采用硬质合金深孔钻头。

[0030] 进一步地，所述去除所述中心锥孔的设定部分孔段的材料，包括：

[0031] 采用车刀去除所述中心锥孔的直径最大的钻孔对应深度以上的材料，余留设定的加工余量。

[0032] 进一步地，所述半精加工，包括：

[0033] 采用立式装夹，以所述管状零件的外圆作为加工基准，打表外圆找正中心；

[0034] 采用加长球头铣刀，铣削去除所述中心锥孔的剩余部分孔段的材料，余留设定的加工余量。

[0035] 进一步地，所述设定的加工余量不超过所述中心锥孔直径的10％。

[0036] 进一步地，所述通过两次以上走刀，去除所述中心锥孔的所述加工余量，包括：

[0037] 第一次走刀，材料去除量0.05～0.15mm，消除粗加工及半精加工产生的接刀台阶；

[0038] 两次以上走刀，去除所述中心锥孔的剩余加工余量。

[0039] 进一步地，所述去除所述第二锥孔的加工余量，包括：

[0040] 将所述管状零件调头放置，以所述管状零件的外圆作为加工基准，打表外圆找正中心，保证喉部左右两侧同轴，去除所述第二锥孔的加工余量。

[0041] 进一步地，所述喉部的精加工，包括：

[0042] 车削所述喉部的材料，余留设定的喉部精加工余量；

[0043] 采用直径与所述喉部孔径相同的铰刀精铰喉部，去除所述喉部精加工余量。

[0044] 进一步地，所述走刀的刀具包括异形加长车刀杆和刀头；

[0045] 所述异形加长车刀杆采用调质热处理的高强度钢，所述异形加长车刀杆的装刀头部分的直径自刀头至夹持部分逐渐增大、且外形与待加工型腔的设计型腔尺寸特征适配。

[0046] 进一步地，所述刀头为镗刀片，所述镗刀片的前角和主偏角均大于所述刀具的原装车刀片。

[0047] 由上述技术方案可知，本发明提供的含型腔的管状零件加工方法，可加工具有中心锥孔、第二锥孔和喉部的贯通型型腔，其喉部位于型腔中部，且喉部孔径小、孔径公差要求高，因而加工难度极大。为加工该含型腔的管状零件，本发明提供的加工方法工艺流程设置为包括粗加工、半精加工和精加工三个工序，在具体加工前首先加工管状零件的外圆，以管状零件的外圆作为统一加工基准，基准统一是加工精度的保障因素之一。

[0048] 本发明提供的含型腔的管状零件加工方法，各个工序加工内容依次为：

[0049] 粗加工，主要用于加工加工基准、钻穿型腔孔以及初步去除中心锥孔加工余量。钻穿型腔孔过程中，首先进行钻削排量，根据中心锥孔不同深度处孔径的变化，用1个以上不同直径的钻头尽可能加工去除余量后，选用细长钻头(直径小于喉部孔径的钻头)加工至中心锥孔底部、钻穿钻孔，减少细长钻头在加工时的实际钻削深度。

[0050] 半精加工，主要用于去除中心锥孔的剩余部分孔段的加工余量，并余留精加工余量。此工序去除的余量是中心锥孔的靠近喉部的孔段，采用独立工序可提高加工精度。中心锥孔采用多种加工方式去除内部型腔余量，可以减少精加工切削阻力。

[0051] 精加工，用于去除第二锥孔的加工余量，以及前工序余留的中心锥孔加工余量和喉部加工余量。含型腔的管状零件中，中心锥孔和喉部是最为关键的结构，中心锥孔的精加工采用多次走刀，逐步去除精加工余量，从而获得±0.1°以内的角度公差。通过喉部精加工可获得±0.02mm以内的直径公差。

[0052] 与现有技术相比，本发明提供的含型腔的管状零件加工方法具有如下优点：

[0053] (1)本发明提供的含型腔的管状零件加工方法，钻穿型腔通孔时，首先进行钻削排量，根据中心锥孔不同深度处孔径的变化，用1个以上不同直径的钻头尽可能加工去除余量后，选用细长钻头加工至中心锥孔底部、钻穿钻孔，减少细长钻头在加工时的实际钻削深度。尤其适用于不锈钢等强度和硬度都较高材料，解决现有技术在在深孔加工中，容易产生不易断屑、钻头易折断、切削力较大以及切削振动等现象的技术问题。

[0054] (2)本发明提供的含型腔的管状零件加工方法，中心锥孔采用多种加工方式去除内部型腔余量，可以减少精加工切削阻力，克服现有技术中由于内腔余量去除不充分，采用车削进行精加工时，较难平衡切削参数与减小振动的之间关系以及加工深度与刀杆刚性、刀尖强度之间的关系，切削效率低、刀具选择难度大、刀具磨损严重，尺寸精度及表面质量很难满足要求的技术问题。

[0055] (3)本发明提供的含型腔的管状零件加工方法，通过优化机加工艺流程设计，采取细长型腔高效余量去除方式，解决了现有普通机械加工方法中容易出现的加工精度和表面质量较差、加工效率低的问题，有效保证了产品质量，为零件的批量生产提供了技术保障，提高了零件的加工效率，零件合格率可达到90％以上。

[0056] (4)本发明提供的含型腔的管状零件加工方法，各加工工序均为普通机械加工，可在各种规模机加工企业中实施，具有较高的推广使用价值。

附图说明

[0057] 图1为本发明实施例中含型腔的管状零件的结构示意图；

[0058] 图2为本发明实施例中含型腔的管状零件的加工要求图；

[0059] 图3为本发明实施例中含型腔的管状零件加工方法的粗加工零件状态图一；

[0060] 图4为本发明实施例中含型腔的管状零件加工方法的粗加工零件状态图二；

[0061] 图5为本发明实施例中含型腔的管状零件加工方法的半精加工零件状态图；

[0062] 图6为本发明实施例中含型腔的管状零件加工方法所使用的中心锥孔走刀刀具的结构示意图；

[0063] 图7为本发明实施例中含型腔的管状零件加工方法所使用的第二锥孔走刀刀具的结构示意图。

[0064] 附图标记说明:10-管状零件,11-型腔,1-中心锥孔,2-喉部,3-第二锥孔;20-刀具,21-刀杆,21a-装刀头部分,21b-夹持部分,22-刀头,22a-镗刀片。

具体实施方式

[0065] 为了使本申请所属技术领域中的技术人员更清楚地理解本申请,下面结合附图,通过具体实施例对本申请技术方案作详细描述。

[0066] 本发明实施例提供一种含型腔的管状零件加工方法,适用于加工各种金属材质的含型腔的管状零件,尤其适用于加工不锈钢等难加工材料(硬度高,屈服强度高)的含型腔的管状零件。典型的含型腔的管状零件10的结构如图1所示,中心的型腔11贯通管状零件10,型腔11包括中心锥孔1、第二锥孔3和喉部2,喉部2位于中心锥孔1与第二锥孔3之间、且连通中心锥孔1与第二锥孔3。

[0067] 根据含型腔的管状零件的结构特征及尺寸精度要求,该加工方法包括粗加工、半精加工和精加工三个工序,三个工序采用统一的加工基准,具体工艺步骤如下:

[0068] 1、粗加工:主要用于加工加工基准、钻穿型腔孔以及初步去除中心锥孔加工余量。

[0069] 1-1、加工管状零件的外圆,以管状零件的外圆作为统一加工基准。

[0070] 为保证后续工序的加工精度,对管状零件的外圆进行磨削加工,通过外圆磨削保证外圆圆度、直线度在0.05mm以内,确保调头加工两端时基准的统一。磨削后的管状零件的外圆作为本加工方法的统一加工基准。

[0071] 1-2、采用1个以上钻头自中心锥孔侧钻孔,钻至对应中心锥孔锥孔直径所在的深度。

[0072] 此工序的作用是钻中心锥孔盲孔,所使用的钻头数量根据实际加工的管状零件的中心锥孔的长度尺寸和锥度而定,若中心锥孔的长度较长且锥度较大,通过一个钻头(钻头直径小于中心锥孔的最小孔径)钻孔则剩余材料过多、且排屑不利,则应考虑使用多个钻头。

[0073] 本实施例优选采用2个以上直径不同的钻头自中心锥孔侧分段钻孔,2个以上钻头按直径从大至小、依次钻至对应中心锥孔1锥孔直径所在的深度。根据不同深度处孔径的变化,用多个不同直径的钻头尽可能加工去除余量。

[0074] 例如中心锥孔1的孔径D为Dmin≤D≤Dmax,采用3个钻头分段钻孔,3个钻头的直径分别为D1、D2和D3,且Dmin＜D1＜D2＜D3＜Dmax。首先采用D3直径钻头钻孔,钻至中心锥孔1的锥孔直径为D3的位置;然后采用D2直径钻头钻孔,钻至中心锥孔1的锥孔直径为D2的位置;最后采用D1直径钻头钻孔,钻至中心锥孔1的锥孔直径为D1的位置。通过该工序,在管状零件10的中心锥孔设计位置处得到阶梯型孔,如图3中管状零件10的中心锥孔处结构所示。

[0075] 1-3、采用直径小于喉部孔径的钻头自第二锥孔侧钻孔,直至两侧钻孔钻穿。

[0076] 此工序的作用是钻穿型腔孔,由于喉部2是整个型腔11孔径最小的部位,因此该钻头也是整个钻孔工序中直径最小的钻头,本工序加工完后管状零件10的结构如图3所示。

[0077] 本工序为深孔钻,根据材料特征及深孔加工要求,本实施例中此工序的钻头优选YG8类错齿式硬质合金深孔钻头,采用较小的前角及后角以改善刀具的散热条件和增强刀刃的强度,增大钻尖角帮助分屑、排屑。

[0078] 本工序安排在钻孔工序的最后一步,由于前工序已经尽可能加工去除纵深余量,

再选用细长钻头(直径小于喉部孔径的钻头)加工至中心锥孔底部、钻穿钻孔,可减少细长钻头在加工时的实际钻削深度。

[0079] 1-4、去除中心锥孔1的设定部分孔段的材料,余留设定的加工余量。

[0080] 具体的,本实施例中,本工序采用车刀去除中心锥孔1的直径最大的钻孔对应深度以上的材料,余留设定的加工余量,本工序加工完后管状零件10的结构如图4所示。

[0081] 2、半精加工:主要用于去除中心锥孔的剩余部分孔段的加工余量,并余留精加工余量。

[0082] 此工序的作用是去除中心锥孔的靠近喉部的孔段的余量,本实施例中采用立式装夹,以管状零件的外圆作为加工基准,打表外圆找正中心;采用加长球头铣刀,铣削去除中心锥孔1的剩余部分孔段(靠近喉部的孔段)的材料,余留设定的加工余量,本工序加工完后管状零件10的结构如图5所示。中心锥孔采用多种加工方式去除内部型腔余量,可以减少精加工切削阻力。

[0083] 利用铣削加工刀具旋转、转动惯量小、回转半径小的优势,提高加工内部型腔时对于刀具的有效容量,选择加长球头铣刀用铣削的方式沿锥孔轮廓螺旋进刀,确保刀路顺滑,避免分层铣削易产生的接刀纹路,充分深入至喉部附近,确保中心锥孔最终精加工前的加工余量不超过中心锥孔最小直径的10%。

[0084] 3、精加工:用于去除第二锥孔的加工余量,以及前工序余留的中心锥孔加工余量和喉部加工余量。

[0085] 3-1、通过两次以上走刀,去除中心锥孔1的加工余量,完成中心锥孔1的精加工。在保证刀具刚性的条件下,最后采用车削进行内部型腔精加工,本工序加工完后管状零件10的结构如图1和图2所示。

[0086] 具体的,精车第一次走刀,材料去除量0.05～0.15mm,例如去除0.05mm、0.07mm、0.09mm、0.1mm、0.11mm、0.13mm等厚度的材料,本次走刀的作用是消除粗加工及半精加工产生的接刀台阶。随后通过刀补设置(改变进给量,从而改变材料去除量),分多次走刀,去除中心锥孔1的剩余加工余量,完成中心锥孔1的精加工。

[0087] 此工序精车具体走刀数量依据施加加工零件的尺寸而定,总走刀次数应不少于3次。精车时分多次走刀,保证内部型腔尺寸精度及表面粗糙度要求。

[0088] 型腔是管状零件10的流体的流通路段,因此表面粗糙度要求较高。参见图6,本实施例中,中心锥孔精车走刀的刀具20包括异形加长车刀杆21和刀头22。异形加长车刀杆21采用调质热处理的高强度钢,异形加长车刀杆21的装刀头部分21a的直径自刀头至夹持部分逐渐增大、且外形与中心锥孔1的设计型腔尺寸特征适配,即刀杆从夹持部分到装刀片部分由粗到细,相比于现有车刀杆,本实施例的异形加长车刀杆21整体长度更长(主要体现在装刀头部分21a长度加长)、且具有与待加工型腔适配的锥形段(即异形段),保证刀杆的刚性和强度,并确保可车削范围,从而获得±0.1°以内的角度公差。

[0089] 确保刀杆满足刚性和强度要求后,刀头22采用镗刀片,即选用更锋利的镗刀片替代车刀片,装至异形加长车刀杆21上用于车削加工,镗刀片的前角和主偏角均大于刀具的原装车刀片,减少切削力、切削热和振动引起的加工误差,达到保证内部型腔表面粗糙度要求Ra0.8以内的目的。

[0090] 3-2、去除第二锥孔3的加工余量,完成第二锥孔3的精加工。

[0091] 具体的，此工序仍然采用立式装夹，将管状零件20调头放置，以管状零件的外圆作为加工基准，打表外圆找正中心，保证喉部2左右两侧同轴。在保证刀具刚性的条件下，精车去除第二锥孔3的加工余量。

[0092] 此工序精车刀具20的结构如图7所示，其结构同中心锥孔精车走刀的刀具，区别在于异形加长车刀杆21的装刀头部分21a的直径自刀头至夹持部分逐渐增大、且外形与第二锥孔3的设计型腔尺寸特征适配。刀头22同样采用镗刀片。选用更锋利的镗刀片替代车刀片，装至异形加长车刀杆21上用于车削加工，镗刀片的前角和主偏角均大于刀具的原装车刀片，减少切削力、切削热和振动引起的加工误差，达到保证内部型腔表面粗糙度要求Ra0.8以内的目的。

[0093] 3-3、最后进行喉部2的精加工，得到含型腔的管状零件。

[0094] 作为优选，本实施例采用铰刀精铰喉部，利用铰刀刀具的精度保证喉部直径公差。在其他实施例中，喉部2的精加工也可采用车削或者铣削，但是加工精度略差。

[0095] 具体的，精铰之前首先车削喉部2的材料，保证喉部左右两侧同轴，余留设定的喉部2精加工余量不超过喉部直径的5％；然后采用直径与喉部2孔径相同的铰刀精铰喉部2，去除喉部2精加工余量。通过喉部精加工可获得±0.02mm以内的直径公差。

[0096] 应用实例：

[0097] 某机加工企业生产一种含细长型腔的不锈钢管状零件，其结构如图1所示，中心的型腔11贯通管状零件10，型腔11包括中心锥孔1、第二锥孔3和喉部2，喉部2位于中心锥孔1与第二锥孔3之间、且连通中心锥孔1与第二锥孔3。

[0098] 该零件的关键尺寸要求如图2所示，喉部2的直径要求为8±0.02mm，即喉部直径公差±0.02mm；中心锥孔1的角度要求为8°±0.1°，即中心锥孔角度公差±0.1°，中心锥孔1的最大孔径24mm、最小孔径8mm。

[0099] 该企业的原加工工艺为：(1)使用标准麻花钻作为主要钻削刀具进行排量；(2)粗、精车内外形至设计尺寸。单个零件加工所需总工时约48小时，由于加工精度低，零件合格率仅50％。

[0100] 后该企业改进生产技术，采用本实施例提供的含型腔的管状零件加工方法，根据结构特征及尺寸精度要求，零件分粗、半精、精加工工序，具体加工工艺如下：

[0101] (1.1)采用外圆作为加工基准，通过外圆磨削保证圆度、直线度0.05以内，确保调头加工两端时基准的统一；

[0102] (1.2)先用φ16钻头、φ10钻头分别钻至对应锥孔直径所在的深度，再用φ7加长钻头两头对钻钻穿，本工序加工完成后示意图如图3所示；

[0103] (1.3)钻削完成后，采用常规车刀杆，将锥孔直径φ16mm对应深度以上的余量去除，单边留量0.5mm，本工序加工完成后示意图如图4所示；

[0104] (1.4)采用立式装夹、打表外圆找正中心，选用总长200mm、刃长20mm带涂层φ8加长球头铣刀，将喉部右侧、直径φ16mm左侧的余量铣削去除，单边留量0.5mm，本工序加工完成后示意图如图5所示；

[0105] (1.5)对于喉部右侧型腔的0.5mm余量，采用异形加长刀杆，先一次走刀去量0.1mm，消除粗加工及半精加工产生的接刀台阶，后通过刀补设置，分三次走刀，完成右侧型

腔的精加工，调头加工喉部左侧型腔，找正外圆统一基准，采用异形刀杆，保证喉部左右两侧同轴，将喉部车至φ7.9mm。

[0106] (1.6)用φ8铰刀精铰喉部，保证喉部±0.02mm的直径公差。

[0107] 改进生产工艺后，单个零件加工所需总工时约23小时，加工效率相比于原工艺提高一倍。且改进生产工艺加工精度高，零件合格率可达到90％以上。

[0108] 通过上述实施例，本发明具有以下有益效果或者优点：

[0109] 1)本发明提供的含型腔的管状零件加工方法，钻穿型腔通孔时，首先进行钻削排量，根据中心锥孔不同深度处孔径的变化，用1个以上不同直径的钻头尽可能加工去除余量后，选用细长钻头加工至中心锥孔底部、钻穿钻孔，减少细长钻头在加工时的实际钻削深度。尤其适用于不锈钢等强度和硬度都较高材料，解决现有技术在在深孔加工中，容易产生不易断屑、钻头易折断、切削力较大以及切削振动等现象的技术问题。

[0110] 2)本发明提供的含型腔的管状零件加工方法，中心锥孔采用多种加工方式去除内部型腔余量，可以减少精加工切削阻力，突破了回转体型腔车削加工的常规方式，创新性地采取铣削加工、以镗刀片替代车刀片的方式进行加工，克服现有技术中由于内腔余量去除不充分，采用车削进行精加工时，较难平衡切削参数与减小振动的之间关系以及加工深度与刀杆刚性、刀尖强度之间的关系，切削效率低、刀具选择难度大、刀具磨损严重，尺寸精度及表面质量很难满足要求的技术问题。

[0111] 3)本发明提供的含型腔的管状零件加工方法，通过优化机加工艺流程设计，采取细长型腔高效余量去除方式，解决了现有普通机械加工方法中容易出现的加工精度和表面质量较差、加工效率低的问题，有效保证了产品质量，为零件的批量生产提供了技术保障，提高了零件的加工效率，零件合格率可达到90％以上。

[0112] 4)本发明提供的含型腔的管状零件加工方法，针对含细长型腔的不锈钢管状零件的材料加工特性及结构特点，进行材料去除量与刀具直径的匹配性计算，采用多种规格的刀具组合，针对性的进行不锈钢细深锥孔精密车削刀具设计及选择，可解决此类特征的不锈钢难加工材料的加工问题，解决了现有加工方法中容易出现的加工精度和表面质量较差、加工效率低的问题，有效保证了产品质量，为零件的批量生产提供了技术保障，提高了零件的加工效率，特别适用于此类含细长型腔的管状零件，可保证其整体加工精度及内部型腔表面质量，零件合格率可达到90％以上。

[0113] 5)本发明提供的含型腔的管状零件加工方法，各加工工序均为普通机械加工，可在各种规模机加工企业中实施，具有较高的推广使用价值。

[0114] 尽管已描述了本申请的优选实施例，但本领域内的普通技术人员一旦得知了基本创造性概念，则可对这些实施例作出另外的变更和修改。所以，所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本申请范围的所有变更和修改。

[0115] 显然，本领域的技术人员可以对本申请进行各种改动和变型而不脱离本申请的精神和范围。这样，倘若本申请的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内，则本申请也意图包含这些改动和变型在内。

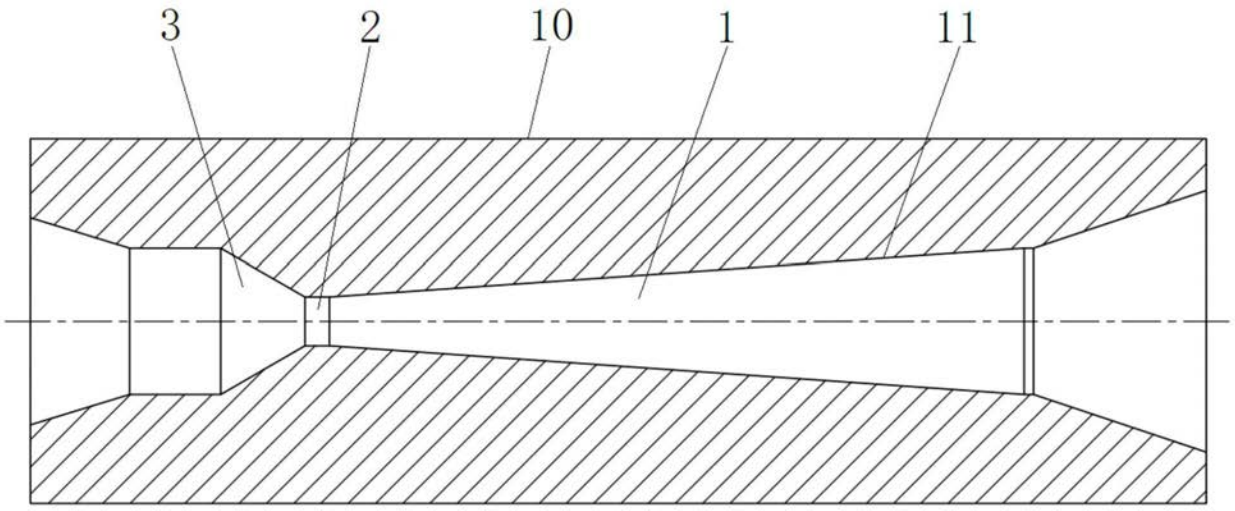


图1

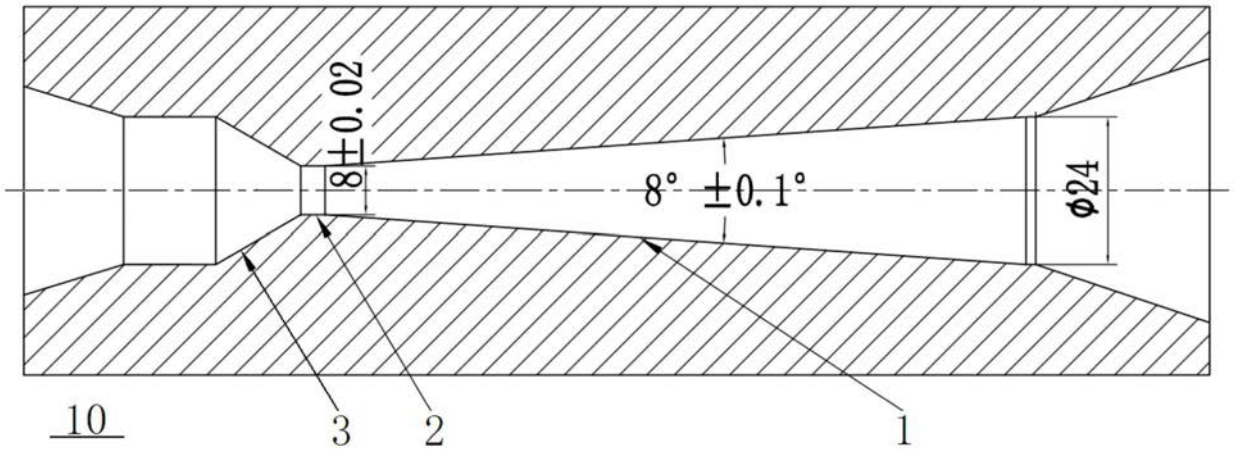


图2

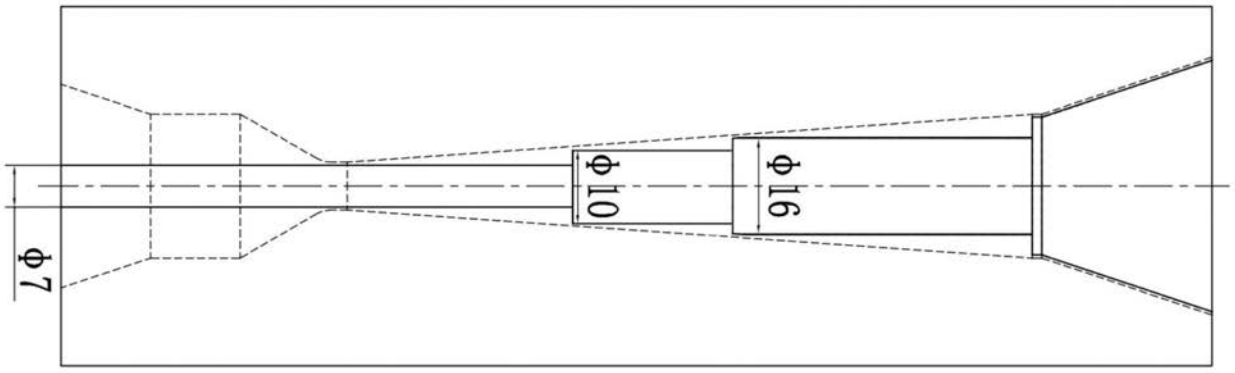


图3

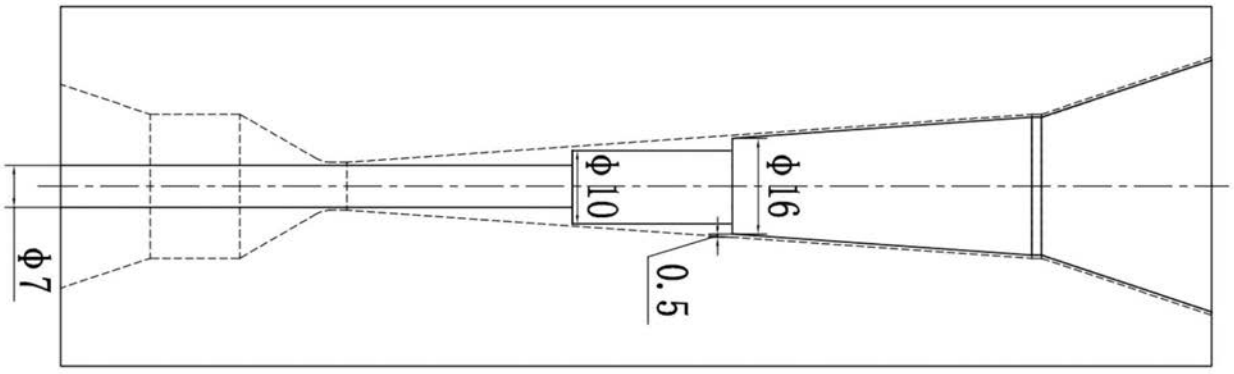


图4

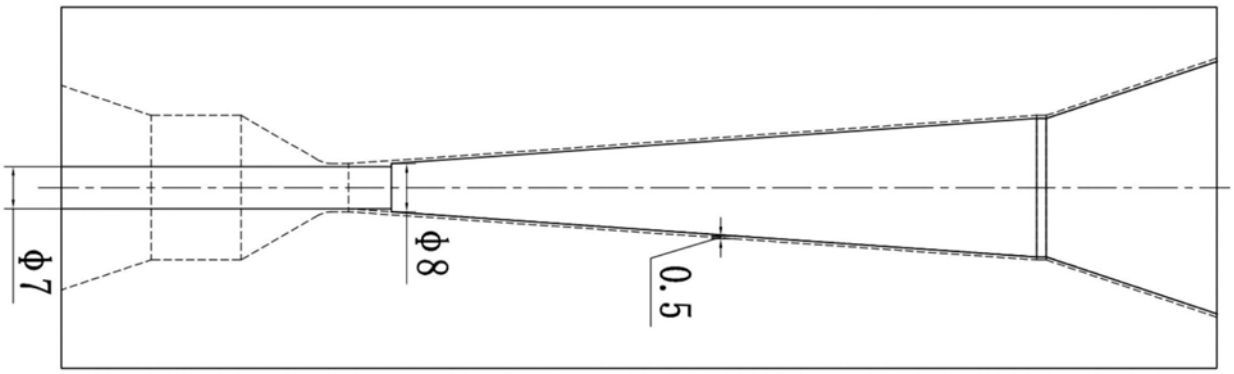


图5



图6

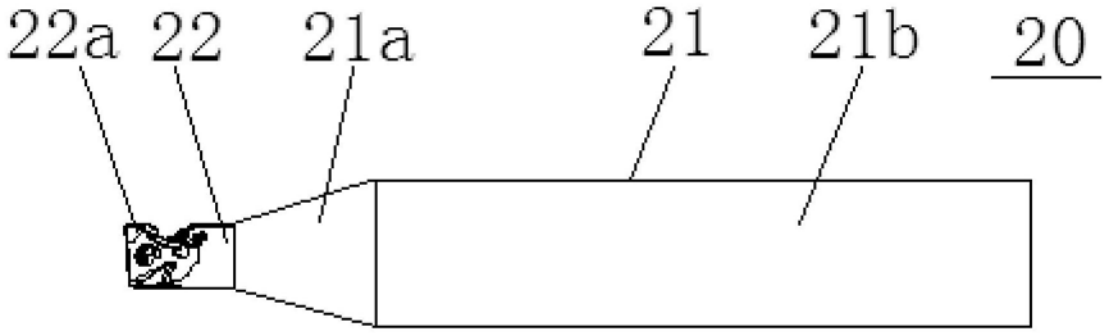


图7