



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110259466 A

(43)申请公布日 2019.09.20

(21)申请号 201910606986.X

E21D 9/00(2006.01)

(22)申请日 2019.07.06

(71)申请人 中铁二十五局集团第五工程有限公  
司

地址 266000 山东省青岛市崂山区科苑纬  
三路25号

申请人 中铁二十五局集团有限公司

(72)发明人 马国松 石超 程杰 李双美  
常顺 王文威 宋昱宇 吕帅

(74)专利代理机构 北京维正专利代理有限公司  
11508

代理人 吴永伟

(51)Int.Cl.

E21D 9/06(2006.01)

E21D 11/08(2006.01)

权利要求书2页 说明书5页

(54)发明名称

一种地铁车站富水砂层大断面盾构施工工  
艺

(57)摘要

本发明涉及一种地铁车站富水砂层大断面盾构施工工艺,包括以下步骤:步骤1,场地准备,步骤2,场地硬化,步骤3,接收托架下井、摆放及加固,步骤4,洞门及端头加固取芯,步骤5,盾构机姿态调整,步骤6,接收测量监测,步骤7,盾构到达施工。本发明具有能够适用于富水砂层大断面地质中盾构机到达风井时的施工,避免发生涌水、涌砂或坍塌的情况产生的效果。

1. 一种地铁车站富水砂层大断面盾构施工工艺,其特征在于:包括以下步骤:

步骤1,场地准备:对施工场地进行清理,对盾构井主体进行复测,测定实际偏差量,为盾构到达提供数据支持;

步骤2,场地硬化:将洞门周围的地下水位降至洞门底部标高以下,场地采用密实度为2400kg/m<sup>3</sup>的C30混凝土回填,铺设Φ14间距为20cm×20cm、层高间距为15cm的双层网片混凝土,厚度不小于20cm;

步骤3,接收托架下井、摆放及加固:在安装托架前精确定位始发台的左右位置;盾构左右线托架始发基座的标高均降低10mm,防止盾构机“啃”托架,然后将托架按要求安设在预定的位置上,进行复核,在完成定位之后,将托架固定;

步骤4,洞门及端头加固取芯:在盾构接收前对洞门进行垂直及水平钻孔取芯,垂直取芯使用地质钻机进行钻孔取芯作业;

步骤5,盾构机姿态调整:在盾构推进至盾构到达范围时,对盾构机的位置进行准确的测量,明确成洞隧道中心轴线与隧道设计中心轴线的关系,同时对接收洞门及托架位置进行复核测量,确定盾构机的贯通姿态及掘进纠偏计划;

步骤6,接收测量监测:在盾构到达掘进期间,盾构姿态和管片姿态必须保证每环一测,并将人工测量的结果反馈盾构中控室,地面监测24小时持续进行;

步骤7,盾构到达施工:

a、到达段轴线为直线,盾构机刀盘接触素砼墙时,确保盾构机水平姿态及垂直姿态与轴线重合,偏差允许值为±5mm;

b、在到达段施工时必须保证同步注浆量12m<sup>3</sup>,且二次补浆需同步跟踪注浆,补浆浆液采用双液浆;

c、在盾构机盾尾通过素砼墙后,测量人员定位素砼墙位置,在素砼墙位置制作止水环,防止后方来水;

d、在刀盘接触围护结构后短暂停机,停机时间为2~3小时,观察土仓内压力变化,判断后方来水情况,若土压基本保持不变,可进行下一步施工步骤,若土压变化较大,立即进行二次补浆,停止注浆后,继续观察土压变化,若土压还是有明显变化,继续注浆,直到停止注浆后,土压无变化,同时检查设备是否有问题,防止破墙后设备突然停止工作,导致涌水涌沙;

e、在满足接收条件后,开始转刀盘磨围护结构,掘进速度保持在5mm~10mm/min;

f、刀盘通过围护结构后,如果开挖面与盾体之间的间隙涌水涌沙,继续掘进,在帘布橡胶板完全包裹住盾体后,从管片预留的个注浆孔进行注浆,若水压较大,且无流砂现象,则向孔内注入聚氨酯,若流水流砂,则注入双液浆;待盾构机掘进至管片只留最后一道盾尾刷时,停止掘进,在帘布橡胶板外侧捆绑一圈钢丝绳,并拉紧钢丝绳,防止因注浆压力过大,浆液从帘布橡胶板与盾体空隙处涌出,最后持续从管片预留注浆孔注入浆液,直至无水流出;

g、在最后一环管片注浆孔位置开孔检查注浆质量,是否从开孔处流水,无流水则继续掘进,直至最后盾尾完全脱离管片;

h、在盾尾完全脱出盾尾后,立即进行洞门封堵,防止因暴露时间过长,导致洞门加固体失效,造成涌水涌沙。

2. 根据权利要求1所述的一种地铁车站富水砂层大断面盾构施工工艺,其特征在于:所

述的步骤7,还包括最后环片的安装,最后环片的安装包括以下步骤:

a、安装管片完毕用风动扳手拧紧所有纵向和横向螺栓,且在下一环掘进至1.2m左右时再次紧固螺栓,需对管片复紧三次,并在注浆孔用槽钢将三环管片进行连接,每三环之间连接不少于六处,且错位安装,安装长度不少于15环;

b、严格拼装管片,防止出现管片之间出现错缝、台阶差;在拼装过程中,保证盾尾间隙,加大盾尾油脂的注入量,并保持同步注浆,防止盾尾涌水、涌沙;

c、管片安装前应保证止水条不损坏、不预膨胀,并及时清理干净管片上的碴土和砂浆等;盾尾处也需清理干净,保证管片拼装质量。

3. 根据权利要求1所述的一种地铁车站富水砂层大断面盾构施工工艺,其特征在于:所述的步骤7,还包括洞门止水,洞门止水包括以下步骤:

a、推进时止水措施,盾构到达过程中,在盾尾后进行双液浆注浆,每环都多次、反复补注双液浆,通过盾构中体的径向孔,向盾体外注双液浆,封堵盾体与土体间的空隙,保证同步注浆量及浆液质量;

b、停止掘进止水措施,盾构停止后,在洞门位置的管片隧道内注入双液浆,加强止水效果,彻底封堵管片与洞门间的间隙,在每环管片两侧的吊装孔开孔作为检查孔,检查效果。

4. 根据权利要求3所述的一种地铁车站富水砂层大断面盾构施工工艺,其特征在于:所述双浆液采用水泥与水比例为1:0.8的浆液以及水与水玻璃比例为1:1的浆液作为二次补浆材料。

5. 根据权利要求4所述的一种地铁车站富水砂层大断面盾构施工工艺,其特征在于:所述注浆压力取值为:0.1~0.3Mpa。

6. 根据权利要求1所述的一种地铁车站富水砂层大断面盾构施工工艺,其特征在于:所述的步骤4,洞门及端头加固取芯包括以下步骤:

(1) 在盾构接收前对洞门进行垂直及水平钻孔取芯,垂直取芯使用地质钻机进行钻孔取芯作业,加固体检测数量不得少于1%,且不得少于5根;

(2) 确保钻机在钻芯过程中不发生倾斜、移位,钻芯孔垂直度偏差不大于0.5%;

(3) 当桩顶面与钻机底座的距离较大时,应安装孔口管,孔口管应垂直且牢固;

(4) 钻进过程中,钻孔内循环水流不得中断,应根据回水含砂量及颜色调整钻进速度;

(5) 提钻卸取芯样时,拧卸钻头和扩孔器,严禁敲打卸芯;

(6) 每回次进尺宜控制在1.5m内,钻至桩底时,钻取沉渣并测定沉渣厚度,并对桩端持力层岩土性状进行鉴别。

7. 根据权利要求1所述的一种地铁车站富水砂层大断面盾构施工工艺,其特征在于:所述的步骤5,盾构机到达前50m地段即加强盾构姿态和隧道线形测量,及时纠正偏差,确保盾构顺利地到达口进入。

8. 根据权利要求7所述的一种地铁车站富水砂层大断面盾构施工工艺,其特征在于:根据实测的车站洞门位置进行必要的调整隧道贯通时的盾构机刀盘位置,隧道贯通时其刀盘平面偏差允许值为平面 $\leq \pm 20\text{mm}$ 、高程 $\leq \pm 20\text{mm}$ ,盾构坡度较设计坡度略大0.2%。

9. 根据权利要求1所述的一种地铁车站富水砂层大断面盾构施工工艺,其特征在于:所述的步骤6,地表设置3排监测点,间距5m一个,覆盖整个接收区,由基准点量测出各测点的变化情况,并做好记录,并与工程施工之前做好的原始数据记录相比较。

## 一种地铁车站富水砂层大断面盾构施工工艺

### 技术领域

[0001] 本发明涉及盾构机施工的技术领域,尤其是涉及一种地铁车站富水砂层大断面盾构施工工艺。

### 背景技术

[0002] 随着我国城市轨道交通建设的迅猛发展,以及地下空间利用率的逐步提升,各大城市已经纷纷加入了地铁施工行列,盾构法隧道施工技术以其独有的智能、安全、快捷、高效等特点与优势,越来越得到广泛的推广及应用。

[0003] 地铁施工中,盾构法施工为各施工工法重中之重;同时,根据不同的施工环境和施工条件,需要施工人员针对不同的施工环境来调整施工工艺,而在多种施工环境中,断面富水砂层是较为特殊的施工环境,由于断裂带中岩石破碎,地下水丰富,盾构穿越断裂带时易发生喷涌、掌子面坍塌等情况,尤其在于:富水砂层地质条件较差,盾构机到达时不能自稳,与水易液化,而且砂层中富含地下水,渗透性好,在到达风井过程易发生涌水、涌砂的现象,严重时可能造成地面坍塌等重大安全事故。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种地铁车站富水砂层大断面盾构施工工艺,具有能够适用于富水砂层大断面地质中盾构机到达风井时的施工,避免发生涌水、涌砂或坍塌的情况产生的效果。

[0005] 本发明的上述发明目的是通过以下技术方案得以实现的:

一种地铁车站富水砂层大断面盾构施工工艺,其特征在于:包括以下步骤:

步骤1,场地准备:对施工场地进行清理,对盾构井主体进行复测,测定实际偏差量,为盾构到达提供数据支持;

步骤2,场地硬化:将洞门周围的地下水位降至洞门底部标高以下,场地采用密实度为2400kg/m<sup>3</sup>的C30混凝土回填,铺设 $\Phi$ 14间距为20cm $\times$ 20cm、层高间距为15cm的双层网片混凝土,厚度不小于20cm;

步骤3,接收托架下井、摆放及加固:在安装托架前精确定位始发台的左右位置;盾构左右线托架始发基座的标高均降低10mm,防止盾构机“啃”托架,然后将托架按要求安设在预定的位置上,进行复核,在完成定位之后,将托架固定;

步骤4,洞门及端头加固取芯:在盾构接收前对洞门进行垂直及水平钻孔取芯,垂直取芯使用地质钻机进行钻孔取芯作业;

步骤5,盾构机姿态调整:在盾构推进至盾构到达范围时,对盾构机的位置进行准确的测量,明确成洞隧道中心轴线与隧道设计中心轴线的关系,同时对接收洞门及托架位置进行复核测量,确定盾构机的贯通姿态及掘进纠偏计划;

步骤6,接收测量监测:在盾构到达掘进期间,盾构姿态和管片姿态必须保证每环一测,并将人工测量的结果反馈盾构中控室,地面监测24小时持续进行;

步骤7,盾构到达施工:

a、到达段轴线为直线,盾构机刀盘接触素砼墙时,确保盾构机水平姿态及垂直姿态与轴线重合,偏差允许值为 $\pm 5\text{mm}$ ;

b、在到达段施工时必须保证同步注浆量 $12\text{m}^3$ ,且二次补浆需同步跟踪注浆,补浆浆液采用双液浆;

c、在盾构机盾尾通过素砼墙后,测量人员定位素砼墙位置,在素砼墙位置制作止水环,防止后方来水;

d、在刀盘接触围护结构后短暂停机,停机时间为2~3小时,观察土仓内压力变化,判断后方来水情况,若土压基本保持不变,可进行下一步施工步骤,若土压变化较大,立即进行二次补浆,停止注浆后,继续观察土压变化,若土压还是有明显变化,继续注浆,直到停止注浆后,土压无变化,同时检查设备是否有问题,防止破墙后设备突然停止工作,导致涌水涌沙;

e、在满足接收条件后,开始转刀盘磨围护结构,掘进速度保持在 $5\text{mm}\sim 10\text{mm}/\text{min}$ ;

f、刀盘通过围护结构后,如果开挖面与盾体之间的间隙涌水涌沙,继续掘进,在帘布橡胶板完全包裹住盾体后,从管片预留的个注浆孔进行注浆,若水压较大,且无流砂现象,则向孔内注入聚氨酯,若流水流砂,则注入双液浆;待盾构机掘进至管片只留最后一道盾尾刷时,停止掘进,在帘布橡胶板外侧捆绑一圈钢丝绳,并拉紧钢丝绳,防止因注浆压力过大,浆液从帘布橡胶板与盾体空隙处涌出,最后持续从管片预留注浆孔注入浆液,直至无水流出;

g、在最后一环管片注浆孔位置开孔检查注浆质量,是否从开孔处流水,无流水则继续掘进,直至最后盾尾完全脱离管片;

h、在盾尾完全脱出盾尾后,立即进行洞门封堵,防止因暴露时间过长,导致洞门加固体失效,造成涌水涌沙。

[0006] 通过采用上述技术方案,能够便于盾构机在富水砂层施工到达风井时的施工,避免发生涌水、涌砂的现象。

[0007] 本发明进一步设置为:所述的步骤7还包括最后环片的安装,最后环片的安装包括以下步骤:

a、安装管片完毕用风动扳手拧紧所有纵向和横向螺栓,且在下一环掘进至 $1.2\text{m}$ 左右时再次紧固螺栓,需对管片复紧三次,并在注浆孔用槽钢将三环管片进行连接,每三环之间连接不少于六处,且错位安装,安装长度不少于15环;

b、严格拼装管片,防止出现管片之间出现错缝、台阶差;在拼装过程中,保证盾尾间隙,加大盾尾油脂的注入量,并保持同步注浆,防止盾尾涌水、涌沙;

c、管片安装前应保证止水条不损坏、不预膨胀,并及时清理干净管片上的碴土和砂浆等;盾尾处也需清理干净,保证管片拼装质量。

[0008] 本发明进一步设置为:所述的步骤7还包括洞门止水,洞门止水包括以下步骤:

a、推进时止水措施,盾构到达过程中,在盾尾后进行双液浆注浆,每环都多次、反复补注双液浆,通过盾构中体的径向孔,向盾体外注双液浆,封堵盾体与土体间的空隙,保证同步注浆量及浆液质量;

b、停止掘进止水措施,盾构停止后,在洞门位置的管片隧道内注入双液浆,加强止水效果,彻底封堵管片与洞门间的间隙,在每环管片两侧的吊装孔开孔作为检查孔,检查效果。

[0009] 本发明进一步设置为:所述双浆液采用水泥与水比例为1:0.8的浆液以及水与玻璃比例为1:1的浆液作为二次补浆材料。

[0010] 本发明进一步设置为:所述注浆压力取值为:0.1~0.3Mpa。

[0011] 本发明进一步设置为:所述的步骤4,洞门及端头加固取芯包括以下步骤:

(1)在盾构接收前对洞门进行垂直及水平钻孔取芯,垂直取芯使用地质钻机进行钻孔取芯作业,加固体检测数量不得少于1%,且不得少于5根;

(2)确保钻机在钻芯过程中不发生倾斜、移位,钻芯孔垂直度偏差不大于0.5%;

(3)当桩顶面与钻机底座距离较大时,应安装孔口管,孔口管应垂直且牢固;

(4)钻进过程中,钻孔内循环水流不得中断,应根据回水含砂量及颜色调整钻进速度;

(5)提钻卸取芯样时,拧卸钻头和扩孔器,严禁敲打卸芯;

(6)每回次进尺宜控制在1.5m内,钻至桩底时,钻取沉渣并测定沉渣厚度,并对桩端持力层岩土性状进行鉴别。

[0012] 本发明进一步设置为:所述的步骤5,盾构机到达前50m地段即加强盾构姿态和隧道线形测量,及时纠正偏差,确保盾构顺利地到达洞口进入。

[0013] 本发明进一步设置为:根据实测的车站洞门位置进行必要的调整隧道贯通时的盾构机刀盘位置,隧道贯通时其刀盘平面偏差允许值为平面 $\leq \pm 20\text{mm}$ 、高程 $\leq \pm 20\text{mm}$ ,盾构坡度较设计坡度略大0.2%。

[0014] 本发明进一步设置为:所述的步骤6,地表设置3排监测点,间距5m一个,覆盖整个接收区,由基准点量测出各测点的变化情况,并做好记录,并与工程施工之前做好的原始数据记录相比较。

[0015] 综上所述,本发明的有益技术效果为:

具有能够适用于富水砂层大断面地质中盾构机到达风井时的施工,避免发生涌水、涌砂或坍塌的情况产生。

## 具体实施方式

[0016] 为本发明公开的一种地铁车站富水砂层大断面盾构到达施工工艺,包括以下步骤:

步骤1,场地准备:

(1)施工场地准备,对施工场地进行清理,并安装水泵和照明灯等配套设备,为接收工作做好准备工作;

(2)洞门复测及轴线放样,项目部应组织测量人员对盾构井主体进行复测,测定实际偏差量,为盾构到达提供数据支持,主要复测项目包括:盾构井底板标高、底板纵坡、洞门中心、侧墙和端墙位置及倾斜度、底纵梁位置;

步骤2,到达端头降水及端头场地硬化:

根据水文地质条件和到达端头土体力口固情况,将洞门周围的地下水位降至洞门底部标高以下,盾构机吊装使用的大型吊机,吊装区域采用密实度为 $2400\text{kg}/\text{m}^3$ 的C30混凝土回填,铺设 $\phi 14$ 间距为 $20\text{cm} \times 20\text{cm}$ 、层高间距为 $15\text{cm}$ 的双层网片混凝土厚度不小于 $20\text{cm}$ ,施做28天后可以满足盾构吊装所需;

步骤3,接收托架下井、摆放及加固:

(1) 在安装托架前先由测量组在车站底板固定两个水平控制点(一个固定在洞门中心线上,另一个为隧道中心线),根据两点的拉线精确定位始发台的左右位置;盾构左右线托架始发基座的标高均降低10mm,防止盾构机“啃”托架,然后将托架按要求安设在预定的位置上,并由测量组进行复核,在完成定位之后,将托架固定;

(2) 在盾构机接收前,在始发台的轨道上涂硬质润滑油以减小盾构机在托架上向前推进时的阻力,托架上轨面与托架导轨轨面在同一平面内;

步骤4,洞门及端头加固取芯:

(1) 在盾构接收前对洞门进行垂直及水平钻孔取芯,垂直取芯使用地质钻机进行钻孔取芯作业,加固体检测数量不得少于1%,且不得少于5根,受检桩的钻芯孔数和钻孔位置应符合:a每桩1个钻芯孔,b开孔位置位于两桩咬合部位;

(2) 钻机设备安装必须周正、稳固、底座水平,钻机立轴中心、天轮中心(天车前沿切点)与孔口中心必须在同一铅垂线上,应确保钻机在钻芯过程中不发生倾斜、移位,钻芯孔垂直度偏差不大于0.5%;

(3) 当桩顶面与钻机底座的距离较大时,应安装孔口管,孔口管应垂直且牢固;

(4) 钻进过程中,钻孔内循环水流不得中断,应根据回水含砂量及颜色调整钻进速度;

(5) 提钻卸取芯样时,应拧卸钻头和扩孔器,严禁敲打卸芯;

(6) 每回次进尺宜控制在1.5m内,钻至桩底时,钻取沉渣并测定沉渣厚度,并对桩端持力层岩土性状进行鉴别;

步骤5,盾构机姿态调整:

(1) 在盾构推进至盾构到达范围时,对盾构机的位置进行准确的测量,明确成洞隧道中心轴线与隧道设计中心轴线的关系;

(2) 对接收洞门及托架位置进行复核测量,确定盾构机的贯通姿态及掘进姿态及掘进纠偏计划,纠偏要逐步完成;

(3) 盾构机到达前50m地段即加强盾构姿态和隧道线形测量,及时纠正偏差确保盾构顺利地到达口进入;

(4) 根据实测的车站洞门位置进行必要的调整隧道贯通时的盾构机刀盘位置,隧道贯通时其刀盘平面偏差允许值为平面 $\leq \pm 20\text{mm}$ 、高程 $\leq \pm 20\text{mm}$ ,盾构坡度较设计坡度略大0.2%;

步骤6,接收测量监测:

(1) 在盾构到达掘进期间,盾构姿态和管片姿态必须保证每环一测,并及时将人工测量的结果反馈盾构负责人和中控室,并及时报送监理,地面监测要24小时两班持续进行,监测数据要及时传达;

(2) 地表设置3排监测点,间距5m一个,覆盖整个接收区,由基准点量测出各测点的变化情况,并做好记录,并与工程施工之前做好的原始数据记录相比较;

步骤7,盾构到达施工:

(1) 到达段施工措施:

a、到达段轴线为直线,盾构机刀盘接触素砼墙时,确保盾构机水平姿态及垂直姿态与轴线重合,偏差允许值为 $\pm 5\text{mm}$ ;

b、在到达段施工时必须保证同步注浆量( $12\text{m}^3$ ),且二次补浆需同步跟踪注浆,补浆浆

液采用双液浆；

c、在盾构机盾尾通过素砼墙后，测量人员定位素砼墙位置，在素砼墙位置制作止水环，防止后方来水；

d、在刀盘接触围护结构后短暂停机，停机时间为2~3小时，主要观察土仓内压力变化，判断后方来水情况，若土压基本保持不变，可进行下一步施工步骤；若土压变化较大，立即进行二次补浆，且遵循少量多次的原则，停止注浆后，继续观察土压变化，若土压还是有明显变化，继续注浆，直到停止注浆后，土压无变化，同时检查设备是否有问题，防止破墙后设备突然停止工作，导致涌水涌沙；

e、在满足接收条件后，开始转刀盘磨围护结构，掘进速度保持在5mm~10mm/min；

f、刀盘通过围护结构后，如果开挖面与盾体之间的间隙涌水涌沙，继续掘进，在帘布橡胶板完全包裹住盾体后，从管片预留的个注浆孔进行注浆，若水压较大，且无流砂现象，则向孔内注入聚氨酯，若流水流砂，则注入双液浆；待盾构机掘进至管片只留最后一道盾尾刷时，停止掘进，在帘布橡胶板外侧捆绑一圈钢丝绳，并拉紧钢丝绳，防止因注浆压力过大，浆液从帘布橡胶板与盾体空隙处涌出，最后持续从管片预留注浆孔注入浆液，直至无水流出；

g、在最后一环管片注浆孔位置开孔检查注浆质量，是否从开孔处流水，无流水则继续掘进，直至最后盾尾完全脱离管片；

h、在盾尾完全脱出盾尾后，立即进行洞门封堵，防止因暴露时间过长，导致洞门加固体失效，造成涌水涌沙；

(2) 最后环节管片的安装：

a、安装管片完毕用风动扳手拧紧所有纵向和横向螺栓，且在下一环掘进至1.2m左右时再次紧固螺栓，需对管片复紧三次，并在注浆孔用槽钢将三环管片进行连接，每三环之间连接不少于六处，且错位安装，安装长度不少于15环；

b、严格按照操作规程拼装管片，同时防止出现管片之间出现错缝、台阶差；在拼装过程中，保证盾尾间隙，加大盾尾油脂的注入量，并保持同步注浆，防止盾尾涌水、涌沙

c、管片安装前应保证止水条不损坏、不预膨胀，并及时清理干净管片上的碴土和砂浆等；盾尾处也需清理干净，保证管片拼装质量。(2) 洞门止水：

a、推进时止水措施，盾构到达过程中，在盾尾后进行双液浆注浆，每环都多次、反复补注双液浆，通过盾构中体的径向孔，向盾体外注双液浆，封堵盾体与土体间的空隙，保证同步注浆量及浆液质量；

b、停止掘进止水措施，盾构停止后，在洞门位置的管片隧道内注入双液浆，加强止水效果，彻底封堵管片与洞门间的间隙，在每环管片两侧的吊装孔开孔作为检查孔，检查效果；

c、双液浆注浆：采用水泥与水比例为1:0.8的浆液以及水与水玻璃比例为1:1的浆液作为二次补浆材料，注浆压力取值为：0.1~0.3Mpa；

本工艺能够适用于富水砂层大断面地质中盾构机到达风井时的施工，避免发生涌水、涌砂或坍塌的情况产生。

[0017] 本具体实施方式的实施例均为本发明的较佳实施例，并非依此限制本发明的保护范围，故：凡依本发明的结构、形状、原理所做的等效变化，均应涵盖于本发明的保护范围之内。