



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107507673 A

(43)申请公布日 2017. 12. 22

(21)申请号 201710766881.1

H01B 7/04(2006.01)

(22)申请日 2017.08.31

H01B 13/02(2006.01)

(71)申请人 特变电工(德阳)电缆股份有限公司

H01B 13/04(2006.01)

地址 618000 四川省德阳市旌阳区工业集中发展区东海路东段2号

H01B 13/06(2006.01)

H01B 13/22(2006.01)

(72)发明人 刘春昉 宋明明 王昆 陈旭彤
吉鸿飞 刘永红

(74)专利代理机构 成都蓉信三星专利事务所
(普通合伙) 51106

代理人 王统国

(51)Int.Cl.

H01B 9/06(2006.01)

H01B 11/02(2006.01)

H01B 5/08(2006.01)

H01B 7/18(2006.01)

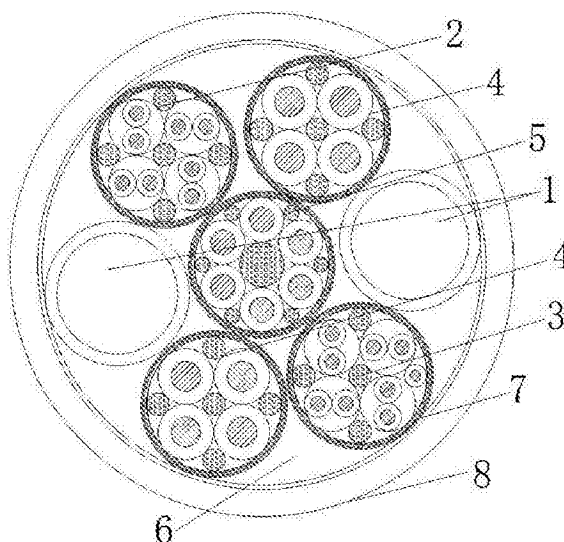
权利要求书2页 说明书13页 附图3页

(54)发明名称

机器人用复合电缆及其制备方法

(57)摘要

本发明公开了一种机器人用复合电缆及其制备方法。所述复合电缆具有总缆芯和包覆于总缆芯外部的外包带层及外护套层;总缆芯主要是由至少一根气压传动管、至少一根信号电缆和至少一根电力电缆绞合而成,总缆芯的绞合间隙内填充有外填充物,信号电缆和电力电缆分别是由多根绝缘线芯绞合而成,信号电缆和电力电缆的绝缘线芯的绞合方向分别与总缆芯的绞合方向相同。本发明有效、稳定、紧凑地集气压传动、电力传输和信号传输的功能于一体,其成缆结构能够使产品具有优异的柔韧性和抗拉强度,耐弯曲和耐扭转的性能好,使用寿命长,特别适宜反复弯曲、扭转动作的机器人使用。



1. 一种机器人用复合电缆,其特征在于:所述复合电缆具有总缆芯和包覆于总缆芯外部的外包带层(7)及外护套层(8);所述总缆芯主要是由至少一根气压传动管(1)、至少一根信号电缆和至少一根电力电缆绞合而成,所述总缆芯的绞合间隙内填充有外填充物(6),所述信号电缆和电力电缆分别是由多根绝缘线芯绞合而成,所述信号电缆和电力电缆的绝缘线芯的绞合方向分别与总缆芯的绞合方向相同。

2. 根据权利要求1所述机器人用复合电缆,其特征在于:所述总缆芯是由两根气压传动管(1)、两根结构相同或不同的信号电缆和三根结构相同或不同的电力电缆绞合而成,在总缆芯的绞合结构中,两根气压传动管(1)沿总缆芯的轴向中心对称成型,两根信号电缆沿总缆芯的轴向中心对称成型,两根电力电缆沿总缆芯的轴向中心对称成型。

3. 根据权利要求1或2所述机器人用复合电缆,其特征在于:所述信号电缆主要是由缆芯和由内而外包覆于缆芯外的包带层、屏蔽层和护套层组成,所述信号电缆的缆芯主要是由多根对绞单元绞合而成,每根对绞单元具有绞合在一起的两根绝缘线芯,每根绝缘线芯的导体主要是由若干根铜丝和若干根芳纶丝绞合而成,所述绝缘线芯的绞合方向与信号电缆的缆芯绞合方向相同,所述信号电缆的缆芯绞合间隙内填充有填充物;和/或,所述信号电缆主要是由缆芯和由内而外包覆于缆芯外的包带层、屏蔽层和护套层组成,所述信号电缆的缆芯主要是由多根对绞单元和至少一根单绝缘线芯绞合而成,每根对绞单元具有绞合在一起的两根绝缘线芯,每根绝缘线芯的导体主要是由若干根铜丝和若干根芳纶丝绞合而成,所述绝缘线芯的绞合方向与信号电缆的缆芯绞合方向相同,所述信号电缆的缆芯绞合间隙内填充有填充物。

4. 根据权利要求3所述机器人用复合电缆,其特征在于:所述填充物为涤纶丝、芳纶丝和/或棉线;所述包带层为绕包于缆芯外部的铝塑复合带,所述铝塑复合带的绕包重叠率 $>25\%$;所述屏蔽层为斜包于缆芯外的镀锡铜丝和芳纶丝的混合物,所述屏蔽层的斜包密度 $>90\%$;所述护套层为抗拉无纺布的绕包结构、绕包重叠率 $>25\%$,或者,所述护套层为TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构。

5. 根据权利要求1或2所述机器人用复合电缆,其特征在于:所述电力电缆主要是由缆芯和由内而外包覆于缆芯外的包带层、屏蔽层和护套层组成,所述电力电缆的缆芯主要是由多根绝缘线芯绞合而成,每根绝缘线芯的导体主要是由若干根铜丝绞合而成,所述绝缘线芯的绞合方向与电力电缆的缆芯绞合方向相同,所述电力电缆的缆芯绞合间隙内填充有填充物。

6. 根据权利要求5所述机器人用复合电缆,其特征在于:所述绝缘线芯的导体是由多股铜丝股线复绞而成,每股铜丝股线是由若干根铜丝绞合而成,所述多股铜丝的复绞方向相同于每股铜丝股线的绞合方向。

7. 根据权利要求5所述机器人用复合电缆,其特征在于:所述填充物为涤纶丝、芳纶丝和/或棉线;所述包带层为绕包于缆芯外部的铝塑复合带,所述铝塑复合带的绕包重叠率 $>25\%$;所述屏蔽层为斜包于缆芯外的镀锡铜丝和芳纶丝的混合物,所述屏蔽层的斜包密度 $>90\%$;所述护套层为抗拉无纺布的绕包结构、绕包重叠率 $>25\%$,或者,所述护套层为TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构。

8. 根据权利要求1所述机器人用复合电缆,其特征在于:所述外填充物(6)为涤纶丝、芳纶丝和/或棉线;所述外包带层(7)为无纺布的绕包结构、绕包重叠率 $>25\%$;所述外护套层

(8) 为TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构。

9. 一种权利要求1或2所述机器人用复合电缆的制备方法,包括下列步骤:

步骤1. 将要求规格的若干根铜丝和芳纶丝混合在一起,按10~12倍的节径比进行绞合,制得柔性抗拉的信号传输导体;

将要求规格的若干根铜丝按10~12倍的节径比绞合成股线,然后按电力传输导体的设计结构将多股股线按10~12倍的节径比复绞,制得电力传输导体;

步骤2. 在信号传输导体和电力传输导体上分别挤包绝缘层,分别制得信号传输绝缘线芯和电力传输绝缘线芯;

步骤3. 按信号传输电缆的缆芯设计结构,制备信号电缆,具体包括下列步骤:

①. 将步骤2中的两根信号传输绝缘线芯按6~8倍的节径比进行绞合,绞合方向与信号传输导体的绞合方向相同,制得对绞单元;重复此步骤,制得多根对绞单元;

②. 将步骤①中的多根对绞单元按8~10倍的节径比进行绞合,绞合方向与信号传输导体的绞合方向相同,在绞合过程中添加填充物,制得信号电缆的缆芯;和/或,将步骤①中的多根对绞单元和步骤2中的至少一根信号传输的绝缘线芯按8~10倍的节径比进行绞合,绞合方向与信号传输导体的绞合方向相同,在绞合过程中添加填充物,制得信号电缆的缆芯;

③. 在步骤②中的缆芯外依次进行包带层、屏蔽层和护套层的成型,制得信号电缆;

步骤4. 按电力传输电缆的缆芯设计结构,制备电力电缆,具体包括下列步骤:

①. 将步骤2中的多根电力传输绝缘线芯按6~8倍的节径比进行绞合,绞合方向与电力传输导体绞合方向相同,在绞合过程中添加填充物,制得电力电缆的缆芯;

②. 在步骤①中的缆芯外依次进行包带层、屏蔽层和护套层的成型,制得电力电缆;

步骤5. 将依照步骤3制得的至少一根信号电缆、依照步骤4制得的至少一根电力电缆、以及准备的至少一根气压传动管按8~10倍的节径比进行绞合,绞合方向与信号电缆/电力电缆的缆芯绞合方向相同,在绞合过程中添加填充物,制得总缆芯;当信号电缆为多根时、这些信号电缆的结构相同或不同,当电力电缆为多根时、这些电力电缆的结构相同或不同;

在总缆芯外依次进行外包带层和外护套层的成型,制得集气压传动、电力传输和信号传输于一体的复合电缆。

10. 根据权利要求9所述机器人用复合电缆的制备方法,其特征在于:所述填充物为涤纶丝、芳纶丝和/或棉线;所述包带层为绕包于对应缆芯外部的铝塑复合带,所述铝塑复合带的绕包重叠率>25%;所述屏蔽层为斜包于对应缆芯外的镀锡铜丝和芳纶丝的混合物,所述屏蔽层的斜包密度>90%;所述护套层为抗拉无纺布的绕包结构、绕包重叠率>25%,或者,所述护套层为TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构;所述外包带层为无纺布的绕包结构、绕包重叠率>25%;所述外护套层为TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构。

机器人用复合电缆及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电缆,具体是一种机器人用的集气压、电力和信号传输于一体的复合电缆,以及该复合电缆的制备方法。

背景技术

[0002] 智能型工业设备具有按照设定指令而自动执行工作任务的功能,是最典型的机电一体化数字化装备,例如机器人,其在自动化的工业生产中取代人类、得到了较为广泛的应用,现以机器人为例对智能型工业设备作详细介绍、说明。

[0003] 机器人的动作需要依靠电力、控制信号和气压传动来保障,这就需要在机器人上布置对应的导线和管件,以确保电力、信号和气体的有效、有序输送。

[0004] 目前,布置于主流机器人上的气压传动管、电力电缆和信号电缆是分散、独立的,尤其是气压传动管未能集成于电缆内,这就使得机器人上的气压传动系统与电力和/或信号传输系统必须分开安装,导致机器人内的管线布置空间大。为了尽可能的减小布置于机器人上的管线布置空间内的管线体积,通常处理措施是将分开安装的气压传动管与电力和/或信号传输电缆先以线束集成的方式处理,然后再进行总体穿管布置。如此,虽然使布置于机器人上的各管线相对规范、有序,但结构疏散、体积仍然大,对管线布置空间的要求高,更何况,气压传动管为直线连接,其在机器人上的工作过程中需要经常性的弯曲、移动,在此状态下容易拉伸、损坏,进而会对机器人的使用寿命造成直接影响,导致机器人的维护频繁,使用成本高。

[0005] 有鉴于此,电缆设计、制造行业针对机器人的特殊性,在大力研发各种集气压传动、电力传输和信号传输于一体的复合电缆,通过这种复合电缆使布置于机器人上的管线能够紧凑化、长效化,这些研究成果在已公开的中国专利文献中屡见报到。然而,已公开的研究成果虽然使复合电缆集气压传动、电力传输和信号传输于一体,相较实现了紧凑化,但由于复合电缆的成缆结构限制,使得这些复合电缆的耐弯曲性能和耐扭转性能不足,在机器人的反复弯曲、扭转动作中,这些复合电缆易产生损坏,即使用寿命短。

发明内容

[0006] 本发明的技术目的在于:针对上述智能型工业设备的特殊性和现有复合电缆的不足,提供一种结构紧凑、抗拉、耐弯曲、耐扭转、使用寿命长的机器人用复合电缆,以及该复合电缆的制备方法。

[0007] 本发明实现其技术目的所采用的技术方案是,一种机器人用复合电缆,所述复合电缆具有总缆芯和包覆于总缆芯外部的外包带层及外护套层;所述总缆芯主要是由至少一根气压传动管、至少一根信号电缆和至少一根电力电缆绞合而成,所述总缆芯的绞合间隙内填充有外填充物,所述信号电缆和电力电缆分别是由多根绝缘线芯绞合而成,所述信号电缆和电力电缆的绝缘线芯的绞合方向分别与总缆芯的绞合方向相同。进一步的,所述外填充物为涤纶丝、芳纶丝和/或棉线;所述外包带层为无纺布的绕包结构、绕包重叠率>

25%;所述外护套层为TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构。

[0008] 作为优选方案之一,所述总缆芯是由两根气压传动管、两根结构相同或不同的信号电缆和三根结构相同或不同的电力电缆绞合而成,在总缆芯的绞合结构中,两根气压传动管沿总缆芯的轴向中心对称成型,两根信号电缆沿总缆芯的轴向中心对称成型,两根电力电缆沿总缆芯的轴向中心对称成型。

[0009] 作为优选方案之一,所述信号电缆主要是由缆芯和由内而外包覆于缆芯外的包带层、屏蔽层和护套层组成,所述信号电缆的缆芯主要是由多根对绞单元绞合而成,每根对绞单元具有绞合在一起的两根绝缘线芯,每根绝缘线芯的导体主要是由若干根铜丝和若干根芳纶丝绞合而成,所述绝缘线芯的绞合方向与信号电缆的缆芯绞合方向相同,所述信号电缆的缆芯绞合间隙内填充有填充物;和/或,所述信号电缆主要是由缆芯和由内而外包覆于缆芯外的包带层、屏蔽层和护套层组成,所述信号电缆的缆芯主要是由多根对绞单元和至少一根单绝缘线芯绞合而成,每根对绞单元具有绞合在一起的两根绝缘线芯,每根绝缘线芯的导体主要是由若干根铜丝和若干根芳纶丝绞合而成,所述绝缘线芯的绞合方向与信号电缆的缆芯绞合方向相同,所述信号电缆的缆芯绞合间隙内填充有填充物。进一步的,所述填充物为涤纶丝、芳纶丝和/或棉线;所述包带层为绕包于缆芯外部的铝塑复合带,所述铝塑复合带的绕包重叠率 $>25\%$;所述屏蔽层为斜包于缆芯外的镀锡铜丝和芳纶丝的混合物,所述屏蔽层的斜包密度 $>90\%$;所述护套层为抗拉无纺布的绕包结构、绕包重叠率 $>25\%$,或者,所述护套层为TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构。

[0010] 作为优选方案之一,所述电力电缆主要是由缆芯和由内而外包覆于缆芯外的包带层、屏蔽层和护套层组成,所述电力电缆的缆芯主要是由多根绝缘线芯绞合而成,每根绝缘线芯的导体主要是由若干根铜丝绞合而成,所述绝缘线芯的绞合方向与电力电缆的缆芯绞合方向相同,所述电力电缆的缆芯绞合间隙内填充有填充物。进一步的,所述绝缘线芯的导体是由多股铜丝股线复绞而成,每股铜丝股线是由若干根铜丝绞合而成,所述多股铜丝的复绞方向相同于每股铜丝股线的绞合方向。所述填充物为涤纶丝、芳纶丝和/或棉线;所述包带层为绕包于缆芯外部的铝塑复合带,所述铝塑复合带的绕包重叠率 $>25\%$;所述屏蔽层为斜包于缆芯外的镀锡铜丝和芳纶丝的混合物,所述屏蔽层的斜包密度 $>90\%$;所述护套层为抗拉无纺布的绕包结构、绕包重叠率 $>25\%$,或者,所述护套层为TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构。

[0011] 一种上述机器人用复合电缆的制备方法,包括下列步骤:

步骤1. 将要求规格的若干根铜丝和芳纶丝混合在一起,按10~12倍的节径比进行绞合,制得柔性抗拉的信号传输导体;

将要求规格的若干根铜丝按10~12倍的节径比绞合成股线,然后按电力传输导体的设计结构将多股股线按10~12倍的节径比复绞,制得电力传输导体;

步骤2. 在信号传输导体和电力传输导体上分别挤包绝缘层,分别制得信号传输绝缘线芯和电力传输绝缘线芯;

步骤3. 按信号传输电缆的缆芯设计结构,制备信号电缆,具体包括下列步骤:

①. 将步骤2中的两根信号传输绝缘线芯按6~8倍的节径比进行绞合,绞合方向与信号传输导体的绞合方向相同,制得对绞单元;重复此步骤,制得多根对绞单元;

②. 将步骤①中的多根对绞单元按8~10倍的节径比进行绞合,绞合方向与信号传输

导体的绞合方向相同,在绞合过程中添加填充物,制得信号电缆的缆芯;和/或,将步骤①中的多根对绞单元和步骤2中的至少一根信号传输的绝缘线芯按8~10倍的节径比进行绞合,绞合方向与信号传输导体的绞合方向相同,在绞合过程中添加填充物,制得信号电缆的缆芯;

③. 在步骤②中的缆芯外依次进行包带层、屏蔽层和护套层的成型,制得信号电缆;

步骤4. 按电力传输电缆的缆芯设计结构,制备电力电缆,具体包括下列步骤:

①. 将步骤2中的多根电力传输绝缘线芯按6~8倍的节径比进行绞合,绞合方向与电力传输导体绞合方向相同,在绞合过程中添加填充物,制得电力电缆的缆芯;

②. 在步骤①中的缆芯外依次进行包带层、屏蔽层和护套层的成型,制得电力电缆;

步骤5. 将依照步骤3制得的至少一根信号电缆、依照步骤4制得的至少一根电力电缆、以及准备的至少一根气压传动管按8~10倍的节径比进行绞合,绞合方向与信号电缆/电力电缆的缆芯绞合方向相同,在绞合过程中添加填充物,制得总缆芯;当信号电缆为多根时、这些信号电缆的结构相同或不同,当电力电缆为多根时、这些电力电缆的结构相同或不同;

在总缆芯外依次进行外包带层和外护套层的成型,制得集气压传动、电力传输和信号传输于一体的复合电缆。进一步的,所述填充物为涤纶丝、芳纶丝和/或棉线;所述包带层为绕包于对应缆芯外部的铝塑复合带,所述铝塑复合带的绕包重叠率>25%;所述屏蔽层为斜包于对应缆芯外的镀锡铜丝和芳纶丝的混合物,所述屏蔽层的斜包密度>90%;所述护套层为抗拉无纺布的绕包结构、绕包重叠率>25%,或者,所述护套层为TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构;所述外包带层为无纺布的绕包结构、绕包重叠率>25%;所述外护套层为TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构。

[0012] 本发明的有益技术效果是:

1. 本发明的复合电缆有效、稳定、紧凑地集气压传动、电力传输和信号传输的功能于一体,其成缆结构能够使产品具有优异的柔韧性和抗拉强度,耐弯曲和耐扭转的性能好(经试验,本发明复合电缆的耐弯曲性能和耐扭转性能分别能够达到1000万次以上),其在服役过程中的使用寿命长,特别适宜反复弯曲、扭转动作的机器人使用;

2. 本发明的复合电缆的总缆芯绞合结构中,两根气压传动管以总缆芯的轴向中心对称绞合成型,两根信号电缆沿总缆芯的轴向中心对称成型,两根电力电缆沿总缆芯的轴向中心对称成型,如此,不仅能够有利于总缆芯的结构紧凑化,而且能够使气压、信号和电力的输送实现良好地稳定性传输,这尤其以气压传动管最为显著,对称绞合的两根气压传动管能够确保在使用过程中的气压传动受力均衡、且受压较小,有效地避免了因遭受不平衡压迫而导致的气压传动管的损坏,进一步有效地提高了复合电缆的整体使用寿命;

3. 本发明的制备方法针对本发明的复合电缆而提出,其针对性强;在制备方法中,通过将对应导体按特定节径比的绞合,以及将各导体、各缆芯和总缆芯按统一方向的绞合,同时在对对应导体和缆芯中附以加强材料,从而使所制备的复合电缆有效地实现集气压传动、电力传输和信号传输的功能于一体,得到结构紧凑化的复合电缆,该复合电缆在使用过程中稳定性好,具有优异的柔韧性和结构强度,耐弯曲和耐扭转的性能优异(经试验,本发明复合电缆的耐弯曲性能和耐扭转性能分别能够达到1000万次以上),抗拉性能好,使用寿命长。

附图说明

[0013] 图1是本发明的一种结构示意图。

[0014] 图2是图1中信号电缆一的结构示意图。

[0015] 图3是图1中信号电缆二的结构示意图。

[0016] 图4是图1中电力电缆一的结构示意图。

[0017] 图5是图1中电力电缆二的结构示意图。

[0018] 图中代号含义:1—气压传动管;2—信号电缆一;21—对绞单元;22—导体;23—绝缘层;24—填充物;25—包带层;26—屏蔽层;27—护套层;3—信号电缆二;31—对绞单元;32—导体;33—绝缘层;34—填充物;35—包带层;36—屏蔽层;37—护套层;38—单绝缘线芯;4—电力电缆一;41—导体;42—绝缘层;43—填充物;44—包带层;45—屏蔽层;46—护套层;5—电力电缆二;51—导体;52—绝缘层;53—填充物;54—包带层;55—屏蔽层;56—护套层;6—外填充物;7—外包带层;8—外护套层。

具体实施方式

[0019] 本发明是一种集气压传动、电力传输和信号传输这三种功能于一体的复合电缆,以及该复合电缆的制备方法。本发明的复合电缆特别适用于机器人,当然也可以适用于其它智能型工业设备。下面以多个实施例对本发明的技术内容进行详细说明,其中实施例1结合附图—即图1至图5进行详细、具体的清楚说明,其它实施例未单独绘图,但主体技术点仍可参照实施例1的附图。

[0020] 实施例1

参见图1所示,本发明具有总缆芯和包覆于总缆芯外部的外包带层7及外护套层8;外包带层7为无纺布的绕包结构,其绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为 25% 、 30% 或 35% 等,具体视设计要求而定;外护套层8为TPE材料的挤出结构,其包覆于总缆芯的外包带层7上,当然,外护套层8亦可以采用TPU材料或PVC材料挤出成型,具体材料的选择亦视设计要求而定。总缆芯是由两根气压传动管1、两根信号电缆(即信号电缆一2、信号电缆二3)和三根电力电缆(即电力电缆一4、电力电缆二5,电力电缆一4为两根)绞合而成,在总缆芯的绞合结构中,电力电缆二5居中,两根气压传动管1沿总缆芯的轴向中心对称成型,两根信号电缆(即信号电缆一2、信号电缆二3)沿总缆芯的轴向中心对称成型,两根电力电缆(即两根电力电缆一4)沿总缆芯的轴向中心对称成型。总缆芯的绞合间隙内填充有线束结构的外填充物6,该外填充物6为涤纶丝、芳纶丝和棉线的混合物,当然亦可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的二者的混合物,还可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的一种材料,具体视设计要求而定。前述信号电缆和电力电缆分别是由多根绝缘导体绞合而成,这些信号电缆和电力电缆的绝缘导体的绞合方向分别与总缆芯的绞合方向相同。

[0021] 现对总缆芯中信号电缆一2、信号电缆二、电力电缆一4和电力电缆二5分别作如下具体的介绍。

[0022] 参见图2所示,信号电缆一2主要是由缆芯和由内而外包覆于缆芯外的包带层25、屏蔽层26和护套层27组成。其中,包带层25为绕包于缆芯外部的铝塑复合带,该铝塑复合带的绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为 25% 、 30% 或 35% 等,具体视设计要求而定。屏蔽层26

为斜包于缆芯包带层25外部的镀锡铜丝和芳纶丝的混合物,该屏蔽层26的斜包密度 $>90\%$,例如斜包密度为90%、94%或98%等,具体视设计要求而定。护套层27为绕包于屏蔽层26外部的抗拉无纺布的绕包结构,其绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为25%、30%或35%等,具体视设计要求而定;当然,该护套层亦可以是采用TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构,具体视设计要求而定。信号电缆一2的缆芯主要是由四根对绞单元21绞合而成的,它们的绞合间隙内填充有线束结构的填充物24,该外填充物24为涤纶丝、芳纶丝和棉线的混合物,当然亦可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的二者的混合物,还可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的一种材料,具体视设计要求而定;每根对绞单元21具有绞合在一起的两根绝缘线芯,每根绝缘线芯主要是由导体22和包覆于其外部的绝缘层23组成,每根绝缘线芯的导体22主要是由若干根铜丝和若干根芳纶丝绞合而成,该绝缘线芯的绞合方向应当与信号电缆一2的缆芯绞合方向相同。

[0023] 参见图3所示,信号电缆二3主要是由缆芯和由内而外包覆于缆芯外的包带层35、屏蔽层36和护套层37组成。其中,包带层35为绕包于缆芯外部的铝塑复合带,该铝塑复合带的绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为25%、30%或35%等,具体视设计要求而定。屏蔽层36为斜包于缆芯包带层35外部的镀锡铜丝和芳纶丝的混合物,该屏蔽层36的斜包密度 $>90\%$,例如斜包密度为90%、94%或98%等,具体视设计要求而定。护套层37为绕包于屏蔽层36外部的抗拉无纺布的绕包结构,其绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为25%、30%或35%等,具体视设计要求而定;当然,该护套层亦可以是采用TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构,具体视设计要求而定。信号电缆二3的缆芯主要是由四根对绞单元31和一根单绝缘线芯38绞合而成的,它们的绞合间隙内填充有线束结构的填充物34,该外填充物34为涤纶丝、芳纶丝和棉线的混合物,当然亦可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的二者的混合物,还可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的一种材料,具体视设计要求而定;每根对绞单元31具有绞合在一起的两根绝缘线芯,每根绝缘线芯主要是由导体32和包覆于其外部的绝缘层33组成,每根绝缘线芯(包括对绞单元31的绝缘线芯和单绝缘线芯38的绝缘线芯)的导体主要是由若干根铜丝和若干根芳纶丝绞合而成,该绝缘线芯(包括对绞单元31的绝缘线芯和单绝缘线芯38的绝缘线芯)的绞合方向应当与信号电缆二3的缆芯绞合方向相同。

[0024] 参见图4所示,电力电缆一4主要是由缆芯和由内而外包覆于缆芯外的包带层44、屏蔽层45和护套层46组成。其中,包带层44为绕包于缆芯外部的铝塑复合带,该铝塑复合带的绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为25%、30%或35%等,具体视设计要求而定。屏蔽层45为斜包于缆芯包带层44外部的镀锡铜丝和芳纶丝的混合物,该屏蔽层45的斜包密度 $>90\%$,例如斜包密度为90%、94%或98%等,具体视设计要求而定。护套层46为绕包于屏蔽层45外部的抗拉无纺布的绕包结构,其绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为25%、30%或35%等,具体视设计要求而定;当然,该护套层亦可以是采用TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构,具体视设计要求而定。电力电缆一4的缆芯主要是由四根绝缘线芯绞合而成的,它们的绞合间隙内填充有线束结构的填充物43,该外填充物43为涤纶丝、芳纶丝和棉线的混合物,当然亦可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的二者的混合物,还可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的一种材料,具体视设计要求而定;每根绝缘线芯主要是由导体41和包覆于其外部的绝缘层42组成,而每根绝缘线芯的导体41主要是由多股铜丝股线复绞而成的,每股铜丝股线是由若干根铜丝绞合而成,多股铜丝的复绞方向相同于每股铜丝股线的绞合方向,每股铜丝股线的

绞合方向与电力电缆一4的缆芯绞合方向相同。

[0025] 参见图5所示,电力电缆二5主要是由缆芯和由内而外包覆于缆芯外的包带层54、屏蔽层55和护套层56组成。其中,包带层54为绕包于缆芯外部的铝塑复合带,该铝塑复合带的绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为 25% 、 30% 或 35% 等,具体视设计要求而定。屏蔽层55为斜包于缆芯包带层54外部的镀锡铜丝和芳纶丝的混合物,该屏蔽层55的斜包密度 $>90\%$,例如斜包密度为 90% 、 94% 或 98% 等,具体视设计要求而定。护套层56为绕包于屏蔽层55外部的抗拉无纺布的绕包结构,其绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为 25% 、 30% 或 35% 等,具体视设计要求而定;当然,该护套层亦可以是采用TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构,具体视设计要求而定。电力电缆二5的缆芯主要是由六根绝缘线芯绞合而成的,它们的绞合间隙内填充有线束结构的填充物53,该外填充物53为涤纶丝、芳纶丝和棉线的混合物,当然亦可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的二者的混合物,还可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的一种材料,具体视设计要求而定;每根绝缘线芯主要是由导体51和包覆于其外部的绝缘层52组成,而每根绝缘线芯的导体51主要是由多股铜丝股线复绞而成的,每股铜丝股线是由若干根铜丝绞合而成,多股铜丝的复绞方向相同于每股铜丝股线的绞合方向,每股铜丝股线的绞合方向与电力电缆二5的缆芯绞合方向相同。

[0026] 本发明复合电缆的制备方法,包括下列步骤:

步骤1. 通过铜中拉设备、铜小拉设备等,将铜杆拉至要求规格的单丝;

将要求规格的若干根铜丝和芳纶丝混合在一起,按11倍的节径比进行绞合,绞合方向设定为左向,放线时各盘具的张力保持一致,制得柔性抗拉的信号传输导体;

将要求规格的若干根铜丝按11倍的节径比绞合成股线,绞合方向设定为左向;然后,按电力传输导体的设计结构(例如1+6正规结构,或者1+6+12正规结构)将多股股线按11倍的节径比进行复绞,绞合方向设定为左向,复绞时应采用带有退扭装置的笼绞机或者带主动放线功能的旋臂单扭机进行;制得电力传输导体;

步骤2. 在信号传输导体和电力传输导体上分别挤包绝缘层,分别制得信号传输绝缘线芯和电力传输绝缘线芯;

步骤3. 按信号传输电缆一的缆芯结构设计,制备信号电缆一,具体包括下列步骤:

①. 将步骤2中的两根信号传输绝缘线芯按7倍的节径比进行绞合,绞合方向与信号传输导体的绞合方向相同,绞合采用带有退扭装置的对绞设备进行加工实现,制得对绞单元;重复此步骤,制得多根对绞单元;

②. 将步骤①中的四根对绞单元按9倍的节径比进行绞合,绞合方向与信号传输导体的绞合方向相同,在绞合过程中添加线束结构的填充物,保证所制信号电缆一的缆芯的抗拉性能和圆整性能,绞合采用带有退扭装置或主动放线功能的成缆设备进行加工实现;前述填充物为涤纶丝、芳纶丝和棉线的混合物,当然亦可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的二者的混合物,还可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的一种材料,具体视设计要求而定,制得信号电缆一的缆芯;

③. 在步骤②中的缆芯外依次进行包带层、屏蔽层和护套层的成型;其中,包带层为铝塑复合带,包带层绕包于缆芯外部,绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为 25% 、 30% 或 35% 等,具体视设计要求而定;屏蔽层为镀锡铜丝和芳纶丝的混合物,屏蔽层的斜包密度 $>90\%$,例如斜包密度为 90% 、 94% 或 98% 等,具体视设计要求而定;护套层为抗拉无纺布,护套层绕包于

屏蔽层外部,其绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为 25% 、 30% 或 35% 等,具体视设计要求而定,当然,该护套层亦可以是采用TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构,具体视设计要求而定;制得信号电缆一;

步骤4. 按信号传输电缆二的缆芯设计结构,制备信号电缆二,具体包括下列步骤:

①. 将步骤2中的两根信号传输绝缘线芯按7倍的节径比进行绞合,绞合方向与信号传输导体的绞合方向相同,绞合采用带有退扭装置的对绞设备进行加工实现,制得对绞单元;重复此步骤,制得多根对绞单元;

②. 将步骤①中的四根对绞单元和步骤2中的一根信号传输的绝缘线芯按9倍的节径比进行绞合,绞合方向与信号传输导体的绞合方向相同,在绞合过程中添加线束结构的填充物,保证所制信号电缆二的缆芯的抗拉性能和圆整性能,绞合采用带有退扭装置或主动放线功能的成缆设备进行加工实现;前述填充物为涤纶丝、芳纶丝和棉线的混合物,当然亦可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的二者的混合物,还可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的一种材料,具体视设计要求而定,制得信号电缆二的缆芯;

③. 在步骤②中的缆芯外依次进行包带层、屏蔽层和护套层的成型;其中,包带层为铝塑复合带,包带层绕包于缆芯外部,绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为 25% 、 30% 或 35% 等,具体视设计要求而定;屏蔽层为镀锡铜丝和芳纶丝的混合物,屏蔽层的斜包密度 $>90\%$,例如斜包密度为 90% 、 94% 或 98% 等,具体视设计要求而定;护套层为抗拉无纺布,护套层绕包于屏蔽层外部,其绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为 25% 、 30% 或 35% 等,具体视设计要求而定,当然,该护套层亦可以是采用TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构,具体视设计要求而定;制得信号电缆二;

步骤5. 按电力传输电缆一的缆芯设计结构,制备电力电缆一,具体包括:

①. 将步骤2中的四根电力传输绝缘线芯按7倍的节径比进行绞合,绞合方向与电力传输导体绞合方向相同,在绞合过程中添加线束结构的填充物,保证所制电力电缆一的缆芯的抗拉性能和圆整性能,绞合采用带有退扭装置或主动放线功能的成缆设备进行加工实现;前述填充物为涤纶丝、芳纶丝和棉线的混合物,当然亦可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的二者的混合物,还可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的一种材料,具体视设计要求而定,制得电力电缆一的缆芯;

②. 在步骤①中的缆芯外依次进行包带层、屏蔽层和护套层的成型;其中,包带层为铝塑复合带,包带层绕包于缆芯外部,绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为 25% 、 30% 或 35% 等,具体视设计要求而定;屏蔽层为镀锡铜丝和芳纶丝的混合物,屏蔽层的斜包密度 $>90\%$,例如斜包密度为 90% 、 94% 或 98% 等,具体视设计要求而定;护套层为抗拉无纺布,护套层绕包于屏蔽层外部,其绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为 25% 、 30% 或 35% 等,具体视设计要求而定,当然,该护套层亦可以是采用TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构,具体视设计要求而定;制得电力电缆一;

步骤6. 按电力传输电缆二的缆芯设计结构,制备电力电缆二,具体包括:

①. 将步骤2中的六根电力传输绝缘线芯按7倍的节径比进行绞合,绞合方向与电力传输导体绞合方向相同,在绞合过程中添加线束结构的填充物,保证所制电力电缆二的缆芯的抗拉性能和圆整性能,绞合采用带有退扭装置或主动放线功能的成缆设备进行加工实现;前述外填充物为涤纶丝、芳纶丝和棉线的混合物,当然亦可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线

中的二者的混合物,还可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的一种材料,具体视设计要求而定,制得电力电缆二的缆芯;

②. 在步骤①中的缆芯外依次进行包带层、屏蔽层和护套层的成型,其中,包带层为铝塑复合带,包带层绕包于缆芯外部,绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为 25% 、 30% 或 35% 等,具体视设计要求而定;屏蔽层为镀锡铜丝和芳纶丝的混合物,屏蔽层的斜包密度 $>90\%$,例如斜包密度为 90% 、 94% 或 98% 等,具体视设计要求而定;护套层为抗拉无纺布,护套层绕包于屏蔽层外部,其绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为 25% 、 30% 或 35% 等,具体视设计要求而定,当然,该护套层亦可以是采用TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构,具体视设计要求而定;制得电力电缆二;

步骤7. 将依照步骤3制得的一根信号电缆一、依照步骤4制得的一根信号电缆二、依照步骤5制得的两根电力电缆一、依照步骤6制得的一根电力电缆二、以及准备的两根气压传动管组合在一起,组合在一起的结构使电力电缆二居中,两根气压传动管对称排布在电力电缆二的外周,信号电缆一和信号电缆二对称排布在电力电缆二的外周,两根电力电缆一对称排布在电力电缆二的外周;将组合在一起的两根气压传动管、两根信号电缆和三根电力电缆按9倍的节径比进行绞合,绞合方向与信号电缆/电力电缆的缆芯绞合方向相同,在绞合过程中添加线束结构的填充物,保证所制总缆芯的抗拉性能和圆整性能,绞合采用带有主动放线功能的成缆设备进行加工实现;前述填充物为涤纶丝、芳纶丝和棉线的混合物,当然亦可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的二者的混合物,还可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的一种材料,具体视设计要求而定;制得总缆芯;

在总缆芯外依次进行外包带层和外护套层的成型;其中,外包带层为无纺布的绕包结构、绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为 25% 、 30% 或 35% 等,具体视设计要求而定;外护套层为TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构,具体材料的选择视设计要求而定;如此,制得集气压传动、电力传输和信号传输于一体的复合电缆。

[0027] 实施例2

本发明具有总缆芯和包覆于总缆芯外部的外包带层及外护套层;外包带层为无纺布的绕包结构,其绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为 25% 、 30% 或 35% 等,具体视设计要求而定;外护套层为TPE材料的挤出结构,其包覆于总缆芯的外包带层上,当然,外护套层亦可以采用TPU材料或PVC材料挤出成型,具体材料的选择亦视设计要求而定。总缆芯是由一根气压传动管、一根信号电缆和三根结构相同的电力电缆绞合而成,总缆芯的绞合间隙内填充有线束结构的外填充物,该外填充物为涤纶丝、芳纶丝和棉线的混合物,当然亦可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的二者的混合物,还可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的一种材料,具体视设计要求而定。前述信号电缆和电力电缆分别是由多根绝缘线芯绞合而成,这些信号电缆和电力电缆的绝缘线芯的绞合方向分别与总缆芯的绞合方向相同。

[0028] 现对总缆芯中信号电缆和电力电缆分别作如下具体的介绍。

[0029] 信号电缆主要是由缆芯和由内而外包覆于缆芯外的包带层、屏蔽层和护套层组成。其中,包带层为绕包于缆芯外部的铝塑复合带,该铝塑复合带的绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为 25% 、 30% 或 35% 等,具体视设计要求而定。屏蔽层为斜包于缆芯包带层外部的镀锡铜丝和芳纶丝的混合物,该屏蔽层的斜包密度 $>90\%$,例如斜包密度为 90% 、 94% 或 98% 等,具体视设计要求而定。护套层为绕包于屏蔽层外部的抗拉无纺布的绕包结构,其绕包重

叠率>25%,例如绕包重叠率为25%、30%或35%等,具体视设计要求而定;当然,该护套层亦可以是采用TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构,具体视设计要求而定。信号电缆的缆芯主要是由四根对绞单元绞合而成的,它们的绞合间隙内填充有线束结构的填充物,该外填充物为涤纶丝、芳纶丝和棉线的混合物,当然亦可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的二者的混合物,还可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的一种材料,具体视设计要求而定;每根对绞单元具有绞合在一起的两根绝缘线芯,每根绝缘线芯主要是由导体和包覆于其外部的绝缘层组成,每根绝缘线芯的导体主要是由若干根铜丝和若干根芳纶丝绞合而成,该绝缘线芯的绞合方向应当与信号电缆的缆芯绞合方向相同。

[0030] 电力电缆主要是由缆芯和由内而外包覆于缆芯外的包带层、屏蔽层和护套层组成。其中,包带层为绕包于缆芯外部的铝塑复合带,该铝塑复合带的绕包重叠率>25%,例如绕包重叠率为25%、30%或35%等,具体视设计要求而定。屏蔽层为斜包于缆芯包带层外部的镀锡铜丝和芳纶丝的混合物,该屏蔽层的斜包密度>90%,例如斜包密度为90%、94%或98%等,具体视设计要求而定。护套层为绕包于屏蔽层外部的抗拉无纺布的绕包结构,其绕包重叠率>25%,例如绕包重叠率为25%、30%或35%等,具体视设计要求而定;当然,该护套层亦可以是采用TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构,具体视设计要求而定。电力电缆的缆芯主要是由四根绝缘线芯绞合而成的,它们的绞合间隙内填充有线束结构的填充物,该外填充物为涤纶丝、芳纶丝和棉线的混合物,当然亦可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的二者的混合物,还可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的一种材料,具体视设计要求而定;每根绝缘线芯主要是由导体和包覆于其外部的绝缘层组成,而每根绝缘线芯的导体主要是由多股铜丝股线复绞而成的,每股铜丝股线是由若干根铜丝绞合而成,多股铜丝的复绞方向相同于每股铜丝股线的绞合方向,每股铜丝股线的绞合方向与电力电缆的缆芯绞合方向相同。

[0031] 本发明复合电缆的制备方法,包括下列步骤:

步骤1. 通过铜中拉设备、铜小拉设备等,将铜杆拉至要求规格的单丝;

将要求规格的若干根铜丝和芳纶丝混合在一起,按12倍的节径比进行绞合,绞合方向设定为左向,放线时各盘具的张力保持一致,制得柔性抗拉的信号传输导体;

将要求规格的若干根铜丝按12倍的节径比绞合成股线,绞合方向设定为左向;然后,按电力传输导体的设计结构(例如1+6正规结构,或者1+6+12正规结构)将多股股线按12倍的节径比进行复绞,绞合方向设定为左向,复绞时应采用带有退扭装置的笼绞机或者带主动放线功能的旋臂单扭机进行;制得电力传输导体;

步骤2. 在信号传输导体和电力传输导体上分别挤包绝缘层,分别制得信号传输绝缘线芯和电力传输绝缘线芯;

步骤3. 按信号传输电缆的缆芯设计结构,制备信号电缆,具体包括下列步骤:

①. 将步骤2中的两根信号传输绝缘线芯按8倍的节径比进行绞合,绞合方向与信号传输导体的绞合方向相同,绞合采用带有退扭装置的对绞设备进行加工实现,制得对绞单元;重复此步骤,制得多根对绞单元;

②. 将步骤①中的四根对绞单元按10倍的节径比进行绞合,绞合方向与信号传输导体的绞合方向相同,在绞合过程中添加线束结构的填充物,保证所制信号电缆的缆芯的抗拉性能和圆整性能,绞合采用带有退扭装置或主动放线功能的成缆设备进行加工实现;前述填充物为涤纶丝、芳纶丝和棉线的混合物,当然亦可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的二者的

混合物,还可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的一种材料,具体视设计要求而定,制得信号电缆的缆芯;

③. 在步骤②中的缆芯外依次进行包带层、屏蔽层和护套层的成型;其中,包带层为铝塑复合带,包带层绕包于缆芯外部,绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为 25% 、 30% 或 35% 等,具体视设计要求而定;屏蔽层为镀锡铜丝和芳纶丝的混合物,屏蔽层的斜包密度 $>90\%$,例如斜包密度为 90% 、 94% 或 98% 等,具体视设计要求而定;护套层为抗拉无纺布,护套层绕包于屏蔽层外部,其绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为 25% 、 30% 或 35% 等,具体视设计要求而定,当然,该护套层亦可以是采用TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构,具体视设计要求而定;制得信号电缆;

步骤4. 按电力传输电缆的缆芯设计结构,制备电力电缆,具体包括下列步骤:

①. 将步骤2中的四根电力传输绝缘线芯按8倍的节径比进行绞合,绞合方向与电力传输导体绞合方向相同,在绞合过程中添加线束结构的填充物,保证所制信号电缆的缆芯的抗拉性能和圆整性能,绞合采用带有退扭装置或主动放线功能的成缆设备进行加工实现;前述填充物为涤纶丝、芳纶丝和棉线的混合物,当然亦可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的二者的混合物,还可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的一种材料,具体视设计要求而定,制得电力电缆的缆芯;

②. 在步骤①中的缆芯外依次进行包带层、屏蔽层和护套层的成型;其中,包带层为铝塑复合带,包带层绕包于缆芯外部,绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为 25% 、 30% 或 35% 等,具体视设计要求而定;屏蔽层为镀锡铜丝和芳纶丝的混合物,屏蔽层的斜包密度 $>90\%$,例如斜包密度为 90% 、 94% 或 98% 等,具体视设计要求而定;护套层为抗拉无纺布,护套层绕包于屏蔽层外部,其绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为 25% 、 30% 或 35% 等,具体视设计要求而定,当然,该护套层亦可以是采用TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构,具体视设计要求而定;制得电力电缆;

步骤5. 将依照步骤3制得的一根信号电缆、依照步骤4制得的三根电力电缆、以及准备的一根气压传动管组合在一起;将组合在一起的一根气压传动管、一根信号电缆和三根电力电缆按10倍的节径比进行绞合,绞合方向与信号电缆/电力电缆的缆芯绞合方向相同,在绞合过程中添加线束结构的填充物,保证所制总缆芯的抗拉性能和圆整性能,绞合采用带有主动放线功能的成缆设备进行加工实现;前述填充物为涤纶丝、芳纶丝和棉线的混合物,当然亦可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的二者的混合物,还可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的一种材料,具体视设计要求而定;制得总缆芯;

在总缆芯外依次进行外包带层和外护套层的成型;其中,外包带层为无纺布的绕包结构、绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为 25% 、 30% 或 35% 等,具体视设计要求而定;外护套层为TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构,具体材料的选择视设计要求而定;如此,制得集气压传动、电力传输和信号传输于一体的复合电缆。

[0032] 实施例3

本发明具有总缆芯和包覆于总缆芯外部的外包带层及外护套层;外包带层为无纺布的绕包结构,其绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为 25% 、 30% 或 35% 等,具体视设计要求而定;外护套层为TPE材料的挤出结构,其包覆于总缆芯的外包带层上,当然,外护套层亦可以采用TPU材料或PVC材料挤出成型,具体材料的选择亦视设计要求而定。总缆芯是由两根气压

传动管、两根结构相同的信号电缆和三根结构相同的电力电缆绞合而成,在总缆芯的绞合结构中,一根电力电缆居中,两根气压传动管沿总缆芯的轴向中心对称成型,两根信号电缆沿总缆芯的轴向中心对称成型,剩余两根电力电缆沿总缆芯的轴向中心对称成型。总缆芯的绞合间隙内填充有线束结构的外填充物,该外填充物为涤纶丝、芳纶丝和棉线的混合物,当然亦可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的二者的混合物,还可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的一种材料,具体视设计要求而定。前述信号电缆和电力电缆分别是由多根绝缘线芯绞合而成,这些信号电缆和电力电缆的绝缘线芯的绞合方向分别与总缆芯的绞合方向相同。

[0033] 现对总缆芯中信号电缆和电力电缆分别作如下具体的介绍。

[0034] 信号电缆主要是由缆芯和由内而外包覆于缆芯外的包带层、屏蔽层和护套层组成。其中,包带层为绕包于缆芯外部的铝塑复合带,该铝塑复合带的绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为 25% 、 30% 或 35% 等,具体视设计要求而定。屏蔽层为斜包于缆芯包带层外部的镀锡铜丝和芳纶丝的混合物,该屏蔽层的斜包密度 $>90\%$,例如斜包密度为 90% 、 94% 或 98% 等,具体视设计要求而定。护套层为绕包于屏蔽层外部的抗拉无纺布的绕包结构,其绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为 25% 、 30% 或 35% 等,具体视设计要求而定;当然,该护套层亦可以是采用TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构,具体视设计要求而定。信号电缆的缆芯主要是由四根对绞单元和一根单绝缘线芯绞合而成的,它们的绞合间隙内填充有线束结构的填充物,该外填充物为涤纶丝、芳纶丝和棉线的混合物,当然亦可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的二者的混合物,还可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的一种材料,具体视设计要求而定;每根对绞单元具有绞合在一起的两根绝缘线芯,每根绝缘线芯主要是由导体和包覆于其外部的绝缘层组成,每根绝缘线芯(包括对绞单元的绝缘线芯和单绝缘线芯的绝缘线芯)的导体主要是由若干根铜丝和若干根芳纶丝绞合而成,该绝缘线芯(包括对绞单元的绝缘线芯和单绝缘线芯的绝缘线芯)的绞合方向应当与信号电缆的缆芯绞合方向相同。

[0035] 电力电缆主要是由缆芯和由内而外包覆于缆芯外的包带层、屏蔽层和护套层组成。其中,包带层为绕包于缆芯外部的铝塑复合带,该铝塑复合带的绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为 25% 、 30% 或 35% 等,具体视设计要求而定。屏蔽层为斜包于缆芯包带层外部的镀锡铜丝和芳纶丝的混合物,该屏蔽层的斜包密度 $>90\%$,例如斜包密度为 90% 、 94% 或 98% 等,具体视设计要求而定。护套层为绕包于屏蔽层外部的抗拉无纺布的绕包结构,其绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为 25% 、 30% 或 35% 等,具体视设计要求而定;当然,该护套层亦可以是采用TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构,具体视设计要求而定。电力电缆的缆芯主要是由六根绝缘导体绞合而成的,它们的绞合间隙内填充有线束结构的填充物,该外填充物为涤纶丝、芳纶丝和棉线的混合物,当然亦可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的二者的混合物,还可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的一种材料,具体视设计要求而定;每根绝缘线芯主要是由导体和包覆于其外部的绝缘层组成,而每根绝缘线芯的导体主要是由多股铜丝股线复绞而成的,每股铜丝股线是由若干根铜丝绞合而成,多股铜丝的复绞方向相同于每股铜丝股线的绞合方向,每股铜丝股线的绞合方向与电力电缆的缆芯绞合方向相同。

[0036] 本发明复合电缆的制备方法,包括下列步骤:

步骤1. 通过铜中拉设备、铜小拉设备等,将铜杆拉至要求规格的单丝;

将要求规格的若干根铜丝和芳纶丝混合在一起,按10倍的节径比进行绞合,绞合方向设定为左向,放线时各盘具的张力保持一致,制得柔性抗拉的信号传输导体;

将要求规格的若干根铜丝按10倍的节径比绞合成股线,绞合方向设定为左向;然后,按电力传输导体的设计结构(例如1+6正规结构,或者1+6+12正规结构)将多股股线按10倍的节径比进行复绞,绞合方向设定为左向,复绞时应采用带有退扭装置的笼绞机或者带主动放线功能的旋臂单扭机进行;制得电力传输导体;

步骤2. 在信号传输导体和电力传输导体上分别挤包绝缘层,分别制得信号传输绝缘线芯和电力传输绝缘线芯;

步骤3. 按信号传输电缆的缆芯设计结构,制备信号电缆,具体包括下列步骤:

①. 将步骤2中的两根信号传输绝缘线芯按6倍的节径比进行绞合,绞合方向与信号传输导体的绞合方向相同,绞合采用带有退扭装置的对绞设备进行加工实现,制得对绞单元;重复此步骤,制得多根对绞单元;

②. 将步骤①中的四根对绞单元和步骤2中的一根信号传输的绝缘线芯按8倍的节径比进行绞合,绞合方向与信号传输导体的绞合方向相同,在绞合过程中添加线束结构的填充物,保证所制信号电缆的缆芯的抗拉性能和圆整性能,绞合采用带有退扭装置或主动放线功能的成缆设备进行加工实现;前述填充物为涤纶丝、芳纶丝和棉线的混合物,当然亦可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的二者的混合物,还可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的一种材料,具体视设计要求而定,制得信号电缆的缆芯;

③. 在步骤②中的缆芯外依次进行包带层、屏蔽层和护套层的成型;其中,包带层为铝塑复合带,包带层绕包于缆芯外部,绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为25%、30%或35%等,具体视设计要求而定;屏蔽层为镀锡铜丝和芳纶丝的混合物,屏蔽层的斜包密度 $>90\%$,例如斜包密度为90%、94%或98%等,具体视设计要求而定;护套层为抗拉无纺布,护套层绕包于屏蔽层外部,其绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为25%、30%或35%等,具体视设计要求而定,当然,该护套层亦可以是采用TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构,具体视设计要求而定;制得信号电缆;

步骤4. 按电力传输电缆的缆芯设计结构,制备电力电缆,具体包括下列步骤:

①. 将步骤2中的六根电力传输绝缘线芯按6倍的节径比进行绞合,绞合方向与电力传输导体绞合方向相同,在绞合过程中添加线束结构的填充物,保证所制电力电缆的缆芯的抗拉性能和圆整性能,绞合采用带有退扭装置或主动放线功能的成缆设备进行加工实现;前述外填充物为涤纶丝、芳纶丝和棉线的混合物,当然亦可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的二者的混合物,还可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的一种材料,具体视设计要求而定,制得电力电缆的缆芯;

②. 在步骤①中的缆芯外依次进行包带层、屏蔽层和护套层的成型,其中,包带层为铝塑复合带,包带层绕包于缆芯外部,绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为25%、30%或35%等,具体视设计要求而定;屏蔽层为镀锡铜丝和芳纶丝的混合物,屏蔽层的斜包密度 $>90\%$,例如斜包密度为90%、94%或98%等,具体视设计要求而定;护套层为抗拉无纺布,护套层绕包于屏蔽层外部,其绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为25%、30%或35%等,具体视设计要求而定,当然,该护套层亦可以是采用TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构,具体视设计要求而定;制得电力电缆;

步骤5. 将依照步骤3制得的两根信号电缆、依照步骤4制得的三根电力电缆、以及准备的两根气压传动管组合在一起,组合在一起的结构使一根电力电缆居中,两根气压传动管

对称排布在居中电力电缆的外周,两根信号电缆对称排布在居中电力电缆的外周,剩余两根电力电缆对称排布在居中电力电缆的外周;将组合在一起的两根气压传动管、两根信号电缆和三根电力电缆按8倍的节径比进行绞合,绞合方向与信号电缆/电力电缆的缆芯绞合方向相同,在绞合过程中添加线束结构的填充物,保证所制总缆芯的抗拉性能和圆整性能,绞合采用带有主动放线功能的成缆设备进行加工实现;前述填充物为涤纶丝、芳纶丝和棉线的混合物,当然亦可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的二者的混合物,还可以是涤纶丝、芳纶丝和棉线中的一种材料,具体视设计要求而定;制得总缆芯;

在总缆芯外依次进行外包带层和外护套层的成型;其中,外包带层为无纺布的绕包结构、绕包重叠率 $>25\%$,例如绕包重叠率为 25% 、 30% 或 35% 等,具体视设计要求而定;外护套层为TPE材料、TPU材料或PVC材料的挤出结构,具体材料的选择视设计要求而定;如此,制得集气压传动、电力传输和信号传输于一体的复合电缆。

[0037] 以上各实施例仅用以说明本发明,而非对其限制;尽管参照上述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:本发明依然可以对上述各实施例中的具体技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换,而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明的精神和范围。

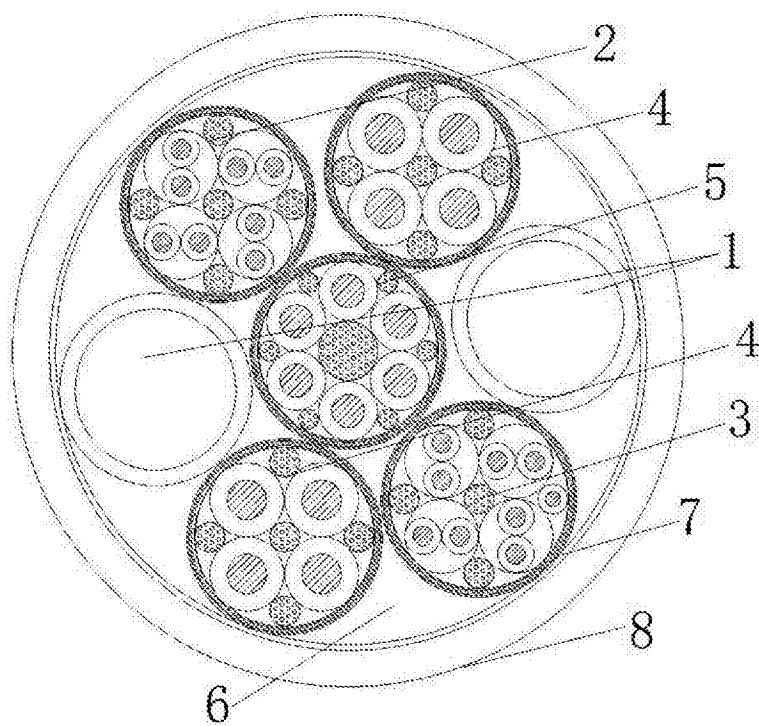


图1

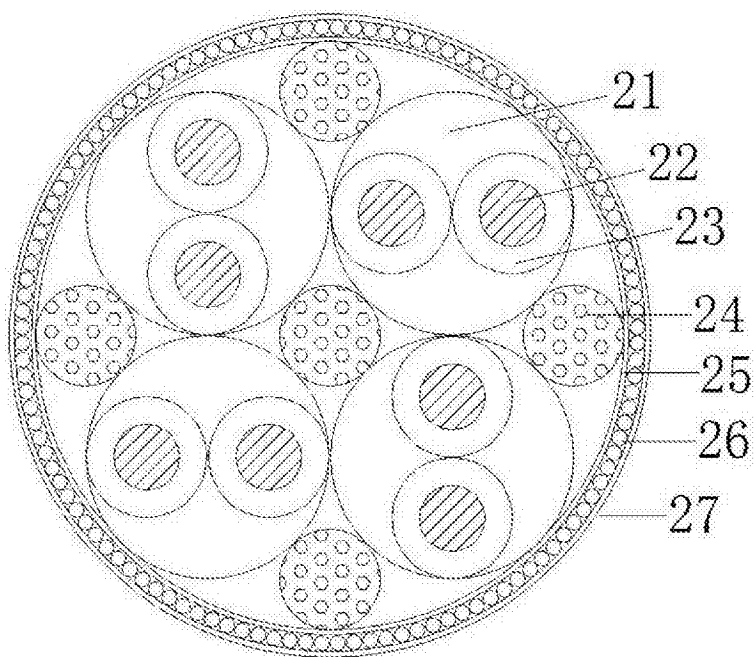


图2

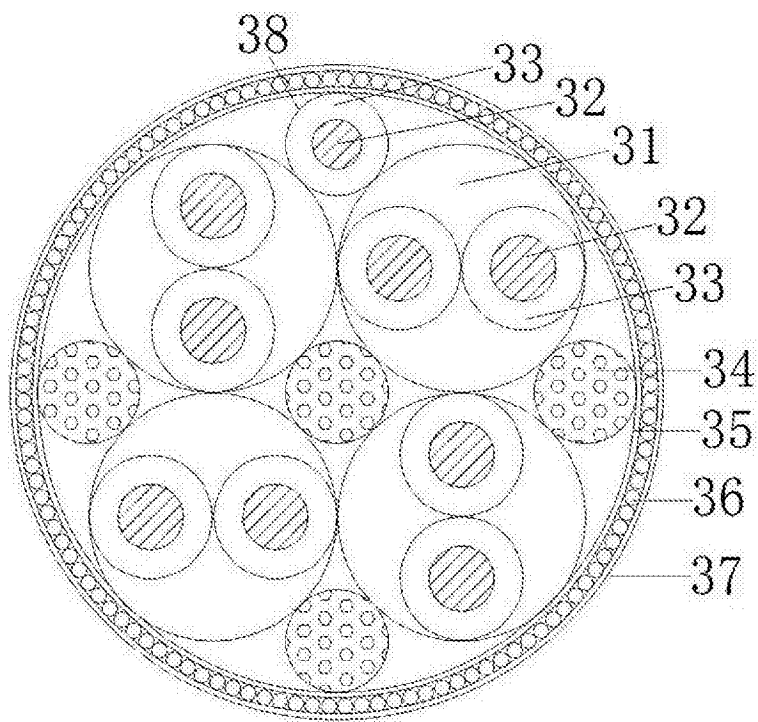


图3

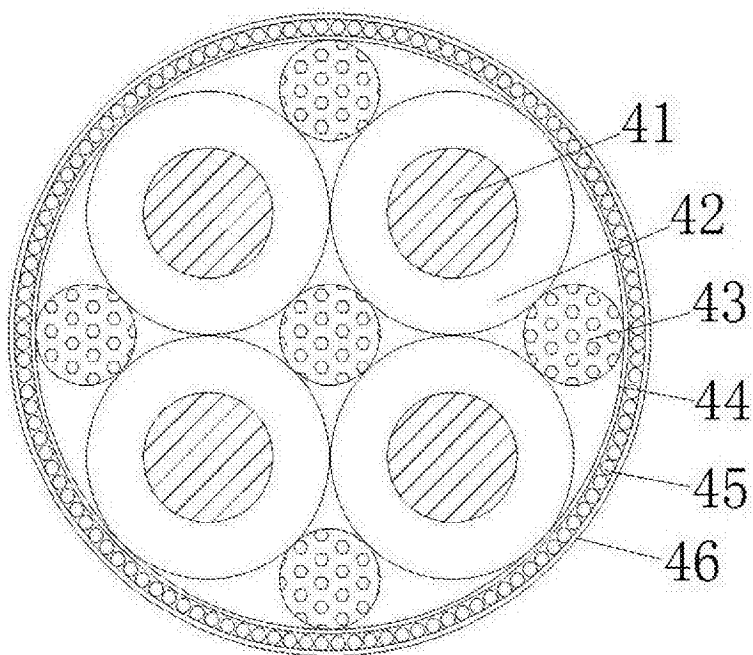


图4

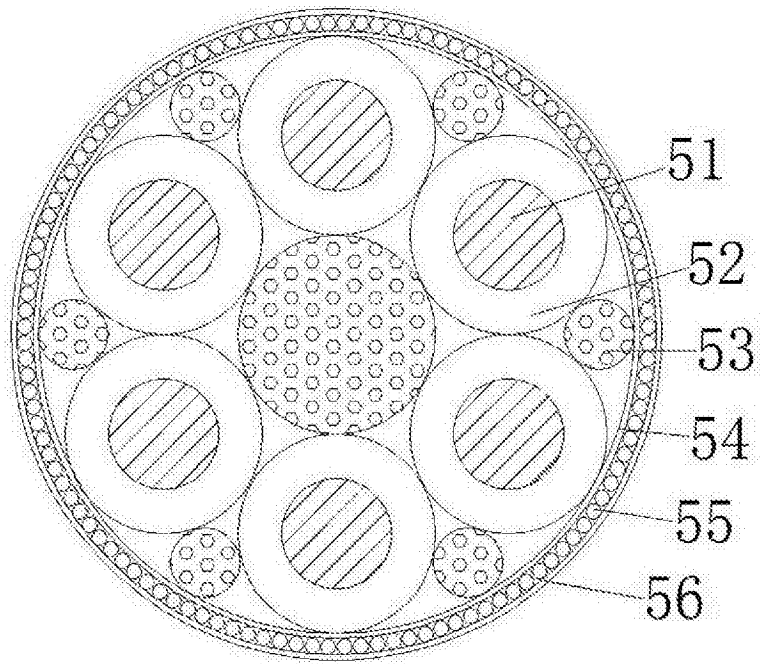


图5