



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111911416 B

(45) 授权公告日 2024. 11. 01

(21) 申请号 202010922682.7

F04D 15/00 (2006.01)

(22) 申请日 2020.09.04

F02B 63/06 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111911416 A

(56) 对比文件

CN 111911415 A, 2020.11.10

CN 114135494 A, 2022.03.04

(43) 申请公布日 2020.11.10

CN 212508860 U, 2021.02.09

(73) 专利权人 安徽莱恩电泵有限公司

地址 242300 安徽省宣城市宁国市河沥办事处滨口村

审查员 常轩

(72) 发明人 程茂胜 薛继长 周培军

(74) 专利代理机构 合肥正则元起专利代理事务所(普通合伙) 34160

专利代理师 韩立峰 刘生昕

(51) Int. Cl.

F04D 13/02 (2006.01)

F04D 1/08 (2006.01)

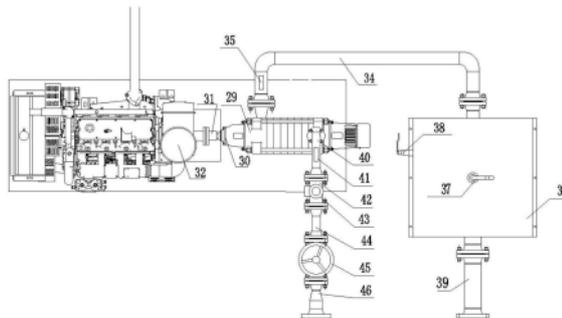
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种核电厂用二回路应急补水柴油机泵组及系统

(57) 摘要

本发明公开了一种核电厂用二回路应急补水柴油机泵组及系统,用于解决核电站二回路应急补水的问题;二回路应急补水柴油机泵用于事故后2.5小时以内投运,用于事故后向蒸汽发生器补水,柴油机驱动转子的旋转,通过增速箱和联轴器带动泵转子的旋转,依靠旋转的叶轮对液体的动力作用,把能量连续地传递给输送液体,二回路应急补水柴油机泵泵组系统主要由卧式多级离心泵泵头、柴油机、进口水箱、联轴器、出口调节阀门、出口流量计、进出口管道等组成,柴油机与泵均安装在整体式底座上,泵头和柴油机采用膜片联轴器联接,整套泵组系统安装在车厢内部,在发生紧急情况时,无须向外界提供能量即可实现泵组的启动,增加了应急系统的可靠性。



1. 一种核电厂用二回路应急补水柴油机系统,包括柴油泵(29),其特征在于,所述柴油泵(29)安装在车厢内,所述柴油泵(29)的一端设有泵头(30),所述泵头(30)与膜片联轴器(31)连接,所述膜片联轴器(31)的另一端与发动机(32)相连;所述柴油泵(29)靠近泵头(30)的一端设有进水口(33),所述进水口(33)与泵进水管(34)相连,所述进水口(33)与泵进水管(34)之间设有压力真空表(35),所述压力真空表(35)安装在靠近进水口(33)一侧;

所述泵进水管(34)的另一端连接在二回路应急补水泵水箱(36)上,所述二回路应急补水泵水箱(36)设有排气阀(37)与排液阀(38);

所述二回路应急补水泵水箱(36)远离泵进水管(34)的一侧设有水箱进水管(39),所述水箱进水管(39)与二回路应急补水泵水箱(36)之间设有金属缠绕石墨垫片;

所述柴油泵(29)远离泵进水管(34)的一侧设有泵出水管(40),所述泵出水管(40)的另一侧与配有压力表(41)的缓冲管(42)相连,所述缓冲管(42)的另一侧与配有电磁流量计(43)的流量计出水管(44)相连,所述流量计出水管(44)的另一侧与出口调节阀门(45)相连,所述出口调节阀门(45)的另一侧与调节阀出水管(46)相连;

所述柴油泵(29)的底端设有底板,所述底板安装在车厢底部,所述柴油泵(29)与发动机(32)均固定在底板上,所述底板设有疏水孔(47);

所述出口调节阀门(45)、流量计出水管(44)以及调节阀出水管(46)均为变径管;

所述泵出水管(40)、缓冲管(42)、流量计出水管(44)、出口调节阀门(45)以及调节阀出水管(46)之间均设有金属缠绕石墨垫片,所述发动机(32)通过信号线与发动机控制箱连接,所述发动机(32)的油管与油箱连接;

所述柴油泵(29)包括轴封箱体(7),所述轴封箱体(7)内设有泵轴(21),所述泵轴(21)的一端贯穿出水端轴承架(4)与非驱动端轴承盖(3),所述泵轴(21)贯穿出水端轴承架(4)与非驱动端轴承盖(3)的一端嵌入风扇(2)内,所述泵轴(21)的另一端贯穿驱动端轴承(17)与驱动端轴承盖(18);

所述出水端轴承架(4)内安装有非驱动端轴承(28);

所述泵轴(21)靠近驱动端轴承盖(18)的一端开设有泵联平键(19),所述泵轴(21)上开设有若干叶轮平键(12);

所述风扇(2)远离非驱动端轴承盖(3)的一侧设有风扇罩(1);所述风扇罩(1)固定在轴封箱体(7)上;

所述出水端轴承架(4)远离非驱动端轴承盖(3)的一端设有油杯(5);所述油杯(5)贯穿轴封箱体(7)与出水端轴承架(4)与轴承接触;所述油杯(5)远离出水端轴承的一端设有防尘盘(6),所述防尘盘(6)套接在泵轴(21)上;所述轴封箱体(7)开设有出水段(8)与进水段(14);

所述轴封箱体(7)远离出水段(8)与进水段(14)的一端设有拉紧螺栓(25);所述进水段(14)靠近拉紧螺栓(25)的一端设有首级密封环(23),所述首级密封环(23)的一侧设有首级叶轮(24),所述首级叶轮(24)与若干叶轮平键(12)相对设置;若干叶轮(10),若干所述叶轮(10)与若干叶轮平键(12)对应设置;所述叶轮(10)两端设置有级间板(9),所述级间板(9)与级间板(9)之间设有导叶(11);所述级间板(9)与轴封箱体(7)之间设有第一密封圈(13);

所述进水段(14)设有第二密封圈(15),所述第二密封圈(15)远离进水段(14)的一端设有有机封(16);

所述首级叶轮(24)的底端设有拉紧螺栓(25),所述拉紧螺栓(25)贯穿轴封箱体(7),所述进水段(14)的底端设有末级导叶(26),所述末级导叶(26)的一侧设有平衡鼓套(27);
泵的轴封采用单端面平衡型集装式机械密封。

一种核电厂用二回路应急补水柴油机泵组及系统

技术领域

[0001] 本发明属于核电站应急领域；涉及二回路应急补水柴油机泵技术；具体是一种核电厂用二回路应急补水柴油机泵组及系统。

背景技术

[0002] 二回路应急补水柴油机泵用于事故后2.5小时以内投运,用于事故后向蒸汽发生器补水,柴油机驱动转子的旋转,通过增速箱和联轴器带动泵转子的旋转,依靠旋转的叶轮对液体的动力作用,把能量连续地传递给输送液体(水或含硼水),使液体的动能(为主)和压力能增加,随后通过泵腔的压出室将动能转换为压力能,当液体自叶轮抛出时,叶轮中心部分造成低压区,与吸入液面的压力形成压力差,于是液体不断地被吸入并以一定的压力排出,从而使液体源源不断的被输送出去;

[0003] 在一回路完整,堆芯能够建立自然循环的情况下,通过手动开启二回路大气排放阀,依靠蒸汽发生器排出堆芯余热,大气排放阀开启后,蒸汽发生器二次侧冷却水会大量丧失,此时需要向蒸汽发生器二次侧补水,以保证堆芯的长期冷却。为了实现在长期失电情况下对蒸汽发生器的持续补水,必须设置相应的补水设施和方式。如果事故情况下蒸汽发生器的蒸汽压力能维持蒸汽发生器辅助给水系统汽动泵的运行,则需要为辅助给水箱增设应急补水措施,能够持续补水,并满足补水量的要求。而随着事故的进展,蒸汽发生器所产生的蒸汽压力可能无法继续推动汽动辅助给水泵,同时电动辅助给水泵也得不到供电,此时即使通过辅助给水箱新增的应急补水通道对辅助水箱进行补水也无法实现蒸汽发生器的补水操作,从而无法实现堆芯的余热排出。因此,在这种情况下,需要增加直接为蒸汽发生器补水的应急补水通道,并具有持续补水的功能,以保证蒸汽发生器二次侧水位,并手动开启大气排放阀由汽机旁路系统排大气方式排出堆芯余热。

[0004] 鉴于以上两点,需要设计一种核电厂用二回路应急补水柴油机泵组及系统,并采用合适的方式来进行补水,避免事故扩大。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种核电厂用二回路应急补水柴油机泵组及系统,用于解决核电站二回路应急补水的问题。

[0006] 本发明的目的可以通过以下技术方案实现:

[0007] 一种核电厂用二回路应急补水柴油机泵组及系统,包括柴油泵,所述柴油泵的一端设有泵头,所述泵头与膜片联轴器连接,所述膜片联轴器的另一端与发动机相连;所述柴油泵靠近泵头的一端设有进水口,所述进水口与泵进水管相连,所述进水口与泵进水管之间设有压力真空表,所述压力真空表安装在靠近进水口一侧;

[0008] 所述泵进水管的另一端连接在二回路应急补水泵水箱上,所述二回路应急补水泵水箱设有排气阀与排液阀;

[0009] 所述二回路应急补水泵水箱远离泵进水管的一侧设有水箱进水管,所述水箱进水

管与二回路应急补水水泵水箱之间设有金属缠绕石墨垫片；

[0010] 所述柴油泵远离泵进水管的一侧设有泵出水管,所述泵出水管的另一侧与配有压力表的缓冲管相连,所述缓冲管的另一侧与配有电磁流量计的流量计出水管相连,所述流量计出水管的另一侧与出口调节阀门相连,所述出口调节阀门的另一侧与调节阀出水管相连。

[0011] 进一步地,所述柴油泵的底端设有底板,所述柴油泵与发动机均固定在底板上,所述底板设有疏水孔；

[0012] 所述出口调节阀门、流量计出水管以及调节阀出水管均为变径管；

[0013] 所述泵出水管、缓冲管、流量计出水管、出口调节阀门以及调节阀出水管之间均设有金属缠绕石墨垫片,所述发动机通过信号线与发动机控制箱连接,所述发动机的油管与油箱连接。

[0014] 进一步地,所述柴油泵包括轴封箱体,所述轴封箱体内设有泵轴,所述泵轴的一端贯穿出水端轴承架与非驱动端轴承盖,所述泵轴贯穿出水端轴承架与非驱动端轴承盖的一端嵌入风扇内,所述泵轴的另一端贯穿驱动端轴承与驱动端轴承盖；

[0015] 所述出水端轴承架内安装有非驱动端轴承；

[0016] 所述泵轴靠近驱动端轴承盖的一端开设有泵联平键,所述泵轴上开设有若干叶轮平键；

[0017] 进一步地,所述风扇远离非驱动端轴承盖的一侧设有风扇罩；所述风扇罩固定在轴封箱体上；

[0018] 所述出水端轴承架远离非驱动端轴承盖的一端设有油杯；所述油杯贯穿轴封箱体与出水端轴承架与轴承接触；所述油杯远离出水端轴承的一端设有防尘盘,所述防尘盘套接在泵轴上；所述轴封箱体开设有出水段与进水段；

[0019] 进一步地,所述轴封箱体远离出水段与进水段的一端设有拉紧螺栓；所述进水段靠近拉紧螺栓的一端设有首级密封环,所述首级密封环的一侧设有首级叶轮,所述首级叶轮与若干叶轮平键相对设置；若干叶轮,若干所述叶轮与若干叶轮平键对应设置；所述叶轮两端设置有级间板,所述级间板与级间板之间设有导叶；所述级间板与轴封箱体之间设有第一密封圈；

[0020] 所述进水段设有第二密封圈,所述第二密封圈远离进水段的一端设有机封；

[0021] 进一步地,所述首级叶轮的底端设有拉紧螺栓,所述拉紧螺栓贯穿轴封箱体,所述进水段的底端设有末级导叶,所述末级导叶的一侧设有平衡鼓套。

[0022] 与现有技术相比,本发明的有益效果：

[0023] 二回路应急补水柴油机泵组系统主要由卧式多级离心泵泵头、柴油机、进口水箱、联轴器、出口调节阀门、出口流量计、进出口压力表、进出口金属软管、进出口管道等组成,柴油机与泵均安装在整体式底座上,泵头和柴油机采用膜片联轴器联接,整套泵组系统安装在车厢内部,在发生紧急情况时,无须向外界提供能量即可实现泵组的启动,增加了应急系统的可靠性；

[0024] 二回路应急补水泵组为水平节段式多级离心泵,泵的支承方式为地脚支撑,其中尾端支承采用双列滚子轴承(主要承受轴向力和径向力),驱动端采用单列滚子轴承(主要承受径向力),滚动轴承分别装在泵两端的支承架内。支承架与泵本体之间的连接结构还有

机封组件、平衡鼓组件等,通过平衡鼓组件的设置,平衡泵的水力轴向力;

[0025] 泵的进水段和出水段设在泵体左右两端,泵进口设置为侧向、泵出口设置部,泵的最终进口和出口接管法兰,均应位于移动车厢的左侧面(从车尾向车头方向看)。

[0026] 位于进水段和出水段之间的中间部分是节段式各级导叶,内装叶轮和密封件;各级叶轮、机封组件、平衡鼓组件直至两端支承,与泵的主轴一体组装为泵的转子部件。

[0027] 泵组轴向力的平衡装置包括随轴一起旋转的平衡鼓和固定在出水段上的平衡套。末级叶轮后盖板处产生的压力“a”(约等于泵出口压)和平衡腔产生的压力“b”(等于入口压力+平衡管线损失),压力“a”和压力“b”由于存在压力差,造成作用在平衡鼓上的压力“F”,以此来平衡轴向力。压力“F”是由平衡鼓的端面“A”产生的,每个规格泵的平衡鼓都能保证泵在工况点平衡绝大多数轴向力,推力轴承平衡残余轴向力,由于“a”腔和“b”腔的压力差,介质经过平衡鼓和平衡套间隙“c”流入“b”腔平衡装置才能无故障的运行。“b”腔的液体经平衡管流入泵进口,从而保证“a”腔和“b”腔的压力差,使泵能持续平衡轴向力,进而在发生灾害事件时,能持续不断的进行工作,直至灾害危机解除。同时泵组系统通过安装用于检测泵轴承温度和泵出口流量的传感器以及进出口管道上安装的指针式压力表,并均接线至泵的就地控制系统中,可实现实时监测泵的运行工况。

附图说明

[0028] 为了便于本领域技术人员理解,下面结合附图对本发明作进一步的说明。

[0029] 图1是二回路应急补水柴油机泵组系统俯视图;

[0030] 图2是二回路应急补水柴油机泵结构示意图;

[0031] 图3是二回路应急补水柴油机泵组系统主视图;

[0032] 图4是泵组轴向力的平衡装置示意图。

[0033] 图中:1、风扇罩;2、风扇;3、非驱动端轴承盖;4、出水端轴承架;5、油杯;6、防尘盘;7、轴封箱体;8、出水段;9、级间板;10、叶轮;11、导叶;12、叶轮平键;13、第一密封圈;14、进水段;15、第二密封圈;16、机封;17、驱动端轴承;18、驱动端轴承盖;19、泵联平键;20、圆螺母;21、泵轴;22、进水段轴承架;23、首级密封环;24、首级叶轮;25、拉紧螺栓;26、末级导叶;27、平衡鼓套;28、非驱动端轴承;29、柴油泵;30、泵头;31、膜片联轴器;32、发动机;33、进水口;34、泵进水管;35、压力真空表;36、二回路应急补水水泵水箱;37、排气阀;38、排液阀;39、水箱进水管;40、泵出水管;41、压力表;42、缓冲管;43、电磁流量计;44、流量计出水管;45、出口调节阀;46、调节阀出水管;47、疏水孔。

具体实施方式

[0034] 下面将结合实施例对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0035] 如图1-3所示,一种核电厂用二回路应急补水柴油机泵组及系统,包括柴油泵29,柴油泵29的一端设有泵头30,泵头30与膜片联轴器31连接,膜片联轴器31的另一端与发动机32相连;柴油泵29靠近泵头30的一端设有进水口33,进水口33与泵进水管34相连,进水口

33与泵进水管34之间设有压力真空表35,压力真空表35安装在靠近进水口33一侧;

[0036] 泵进水管34的另一端连接在二回路应急补水泵水箱36上,二回路应急补水泵水箱36设有排气阀37与排液阀38;

[0037] 二回路应急补水泵水箱36远离泵进水管34的一侧设有水箱进水管39,水箱进水管39与二回路应急补水泵水箱36之间设有金属缠绕石墨垫片;

[0038] 二回路应急补水泵水箱36具体为一种真空自吸水箱,当泵组启动后亦可在短时间内将水输送到出水管路内,同时二回路应急补水泵水箱36在发生灾害时,即在吸入压力为负时(指供水管路无法提供正压力时),启动泵组,亦可在短时间内将水输送到出水管路内

[0039] 柴油泵29远离泵进水管34的一侧设有泵出水管40,泵出水管40的另一侧与配有压力表41的缓冲管42相连,缓冲管42的另一侧与配有电磁流量计43的流量计出水管44相连,流量计出水管44的另一侧与出口调节阀门45相连,出口调节阀门45的另一侧与调节阀出水管46相连。

[0040] 柴油泵29与发动机32均固定在底板上,底板靠近柴油泵29的位置设有疏水孔47;

[0041] 出口调节阀门45、流量计出水管44以及调节阀出水管46均为变径管;

[0042] 泵出水管40、缓冲管42、流量计出水管44、出口调节阀门45以及调节阀出水管46之间均设有金属缠绕石墨垫片,发动机32通过信号线与发动机控制箱连接,发动机32的油管与油箱连接。

[0043] 柴油泵29包括轴封箱体7,轴封箱体7内设有泵轴21,泵轴21的一端贯穿出水端轴承架4与非驱动端轴承盖3嵌入风扇2内,泵轴21的另一端贯穿驱动端轴承17与驱动端轴承盖18;

[0044] 出水端轴承架4内安装有非驱动端轴承28;

[0045] 泵轴21靠近驱动端轴承盖18的一端开设有泵联平键19,泵轴21上开设有若干叶轮平键12;所述驱动端轴承盖18的下端设有圆螺母20;

[0046] 风扇2远离非驱动端轴承盖3的一侧设有风扇罩1;风扇罩1固定在轴封箱体7上;

[0047] 出水端轴承架4远离非驱动端轴承盖3的一端设有油杯5;

[0048] 油杯5贯穿轴封箱体7与出水端轴承架4与轴承接触;

[0049] 油杯5远离出水端轴承的一端设有防尘盘6,防尘盘6套接在泵轴21上;轴封箱体7开设有出水段8与进水段14;

[0050] 轴封箱体7远离出水段8与进水段14的一端设有拉紧螺栓25;进水段14靠近拉紧螺栓25的一端设有首级密封环23,首级密封环23的一侧设有首级叶轮24,首级叶轮24与若干叶轮平键12相对设置;首级叶轮24远离进水段14的一端设有进水段轴承架22。

[0051] 若干叶轮10,若干叶轮10与若干叶轮平键12对应设置;叶轮10两端设置有级间板9,级间板9与级间板9之间设有导叶11;级间板9与轴封箱体7之间设有第一密封圈13;

[0052] 进水段14设有第二密封圈15,第二密封圈15远离进水段14的一端设有有机封16;

[0053] 首级叶轮24的底端设有拉近螺栓,拉近螺栓25贯穿轴封箱体7,进水段14的底端设有末级导叶26,末级导叶26的一侧设有平衡鼓套27。

[0054] 本发明在具体进行实施时:二回路应急补水柴油机泵泵组系统主要包括卧式多级离心泵泵头30、发动机32、二回路应急补水泵水箱36、膜片联轴器31、出口调节阀门45、电磁流量计43、进出口压力表、进出口金属软管、进出口管道,发动机32与柴油泵29均安装在整

体式底座上,泵头30和发动机32采用膜片联轴器31联接,整套泵组系统安装在车厢内部。

[0055] 泵组系统安装在车厢内部。

[0056] 二回路应急补水泵组为水平节段式多级离心泵,泵的支承方式为地脚支撑,其中尾端支承采用双列滚子轴承主要承受轴向力和径向力,驱动端采用单列滚子轴承主要承受径向力;滚动轴承分别装在泵两端的支承架内;支承架与泵本体之间的连接结构还有机封16组件、平衡鼓组件等,其中平衡鼓组件用于平衡泵的水力轴向力;泵的进水段14和出水段8设在泵体左右两端,泵进口设置为侧向、泵出口设置部。

[0057] 设备的管路布局应保证:泵的最终进口和出口接管法兰,均应位于移动车厢的左侧面(从车尾向车头方向看。位于进水段14和出水段8之间的中间部分是节段式各级导叶11,内装叶轮10和密封件;各级叶轮10、机封16组件、平衡鼓组件直至两端支承,与泵的主轴一体组装为泵的转子部件。

[0058] 泵组轴向力的平衡装置包括随轴一起旋转的平衡鼓和固定在出水段8上的平衡套。

[0059] 末级叶轮10后盖板处产生的压力“a”约等于泵出口压和平衡腔产生的压力“b”等于入口压力+平衡管线损失,压力“a”和压力“b”由于存在压力差,造成作用在平衡鼓上的压力“F”,以此来平衡轴向力。

[0060] 压力“F”是由平衡鼓的端面“A”产生的,每个规格泵的平衡鼓都能保证泵在工况点平衡绝大多数轴向力,推力轴承平衡残余轴向力,由于“a”腔和“b”腔的压力差,介质经过平衡鼓和平衡套间隙“c”流入“b”腔平衡装置才能无故障的运行。

[0061] “b”腔的液体经平衡管流入泵进口,从而保证“a”腔和“b”腔的压力差,使泵能持续平衡轴向力。

[0062] 泵的轴封采用单端面平衡型集装式机械密封。

[0063] 两组机械密封分别安装在对称于壳体两侧密封腔内。

[0064] 机封16冲洗和冷却方式:由首级壳体部位连接冲洗管分别通往两侧密封腔的管嘴位置,机封16的冲洗和冷却液为泵的工作液体。

[0065] 泵组系统上安装有用于检测泵轴21承温度和泵出口流量的传感器,并均接线至泵的就地控制系统中,同时进出口管道上安装有指针式压力表,可实时监测泵的运行工况。

[0066] 泵的旋转方向:从泵的驱动端看,旋转方向为顺时针。

[0067] 以上公开的本发明优选实施例只是用于帮助阐述本发明。优选实施例并没有详尽叙述所有的细节,也不限制该发明仅为的具体实施方式。显然,根据本说明书的内容,可作很多的修改和变化。本说明书选取并具体描述这些实施例,是为了更好地解释本发明的原理和实际应用,从而使所属技术领域技术人员能很好地理解和利用本发明。本发明仅受权利要求书及其全部范围和等效物的限制。

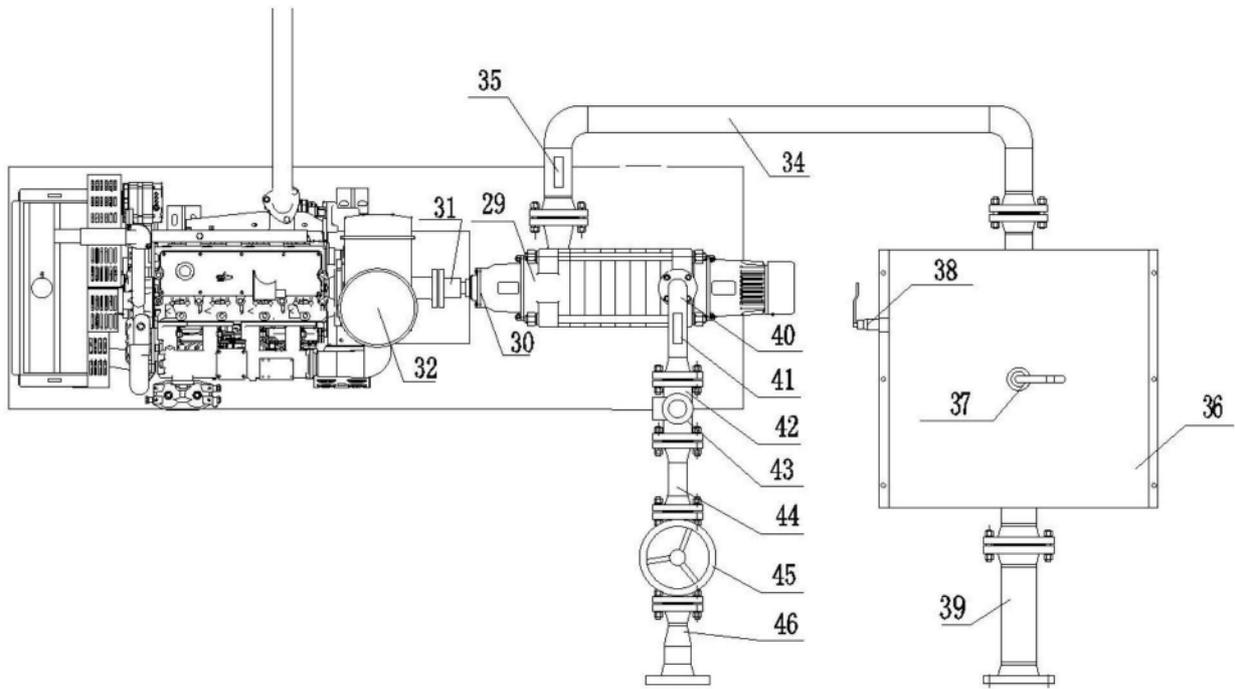


图1

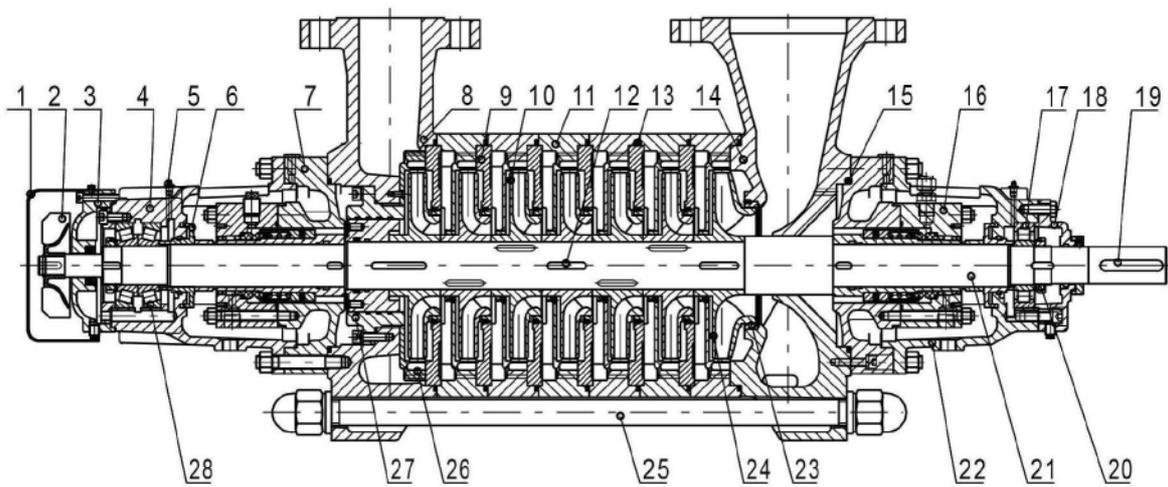


图2

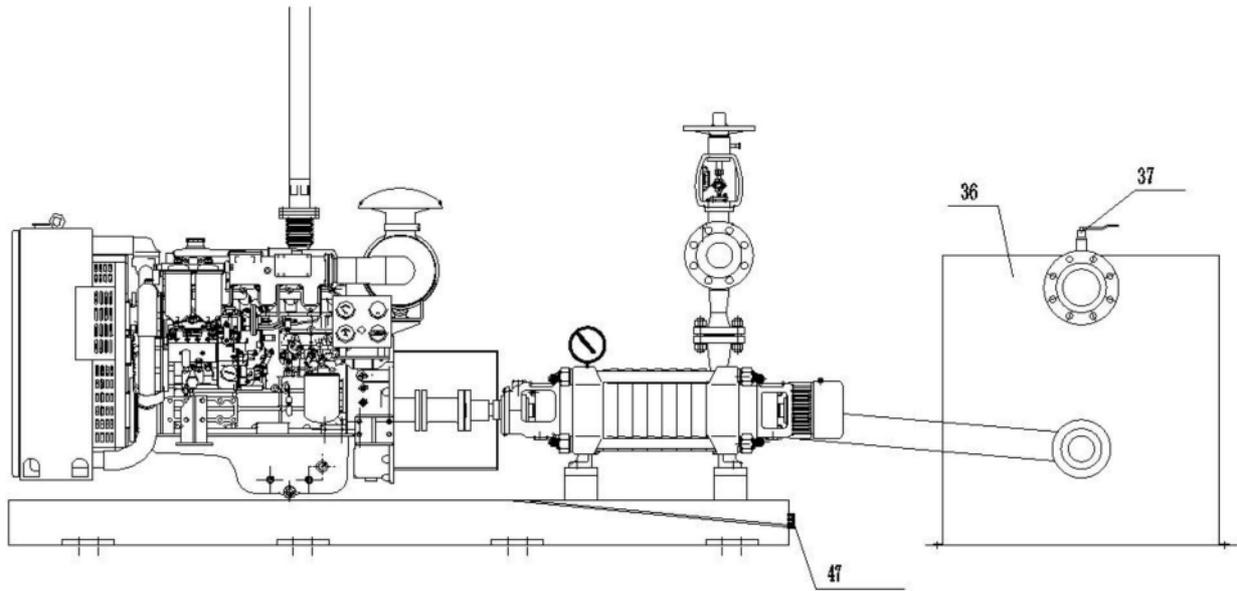


图3

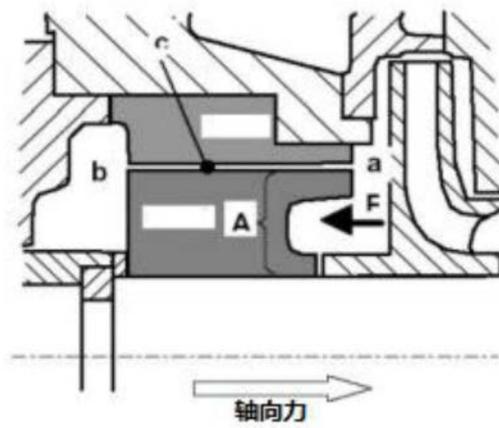


图4