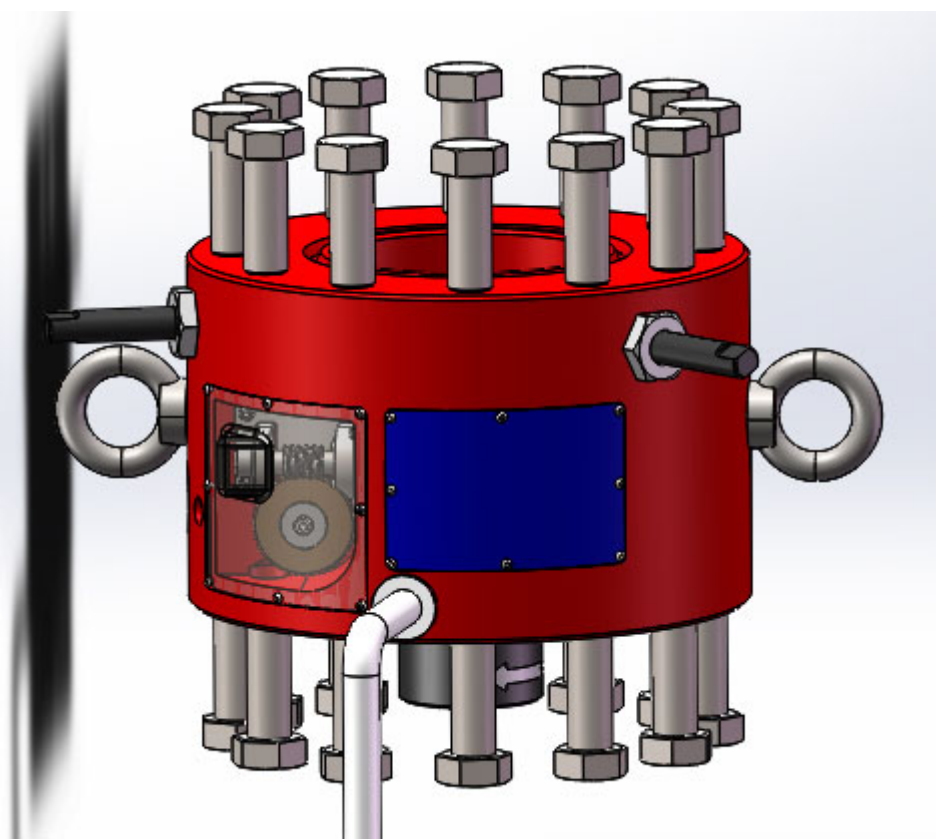


内置无刷直流行星齿轮减速电机驱动 油管旋转器



2019-08-20

前言

油管偏磨问题，特别是斜井的油管壁偏磨是一个困扰每个油田在采油过程中的实际问题。但这个问题自 1941 年开始已经被美国 R&M Energy 所克服，并被广泛的应用于油田(我们俗称磕头机)，在国外，这种抗偏磨旋转井头已经成为一个标配。称为“抗偏磨解决方案”

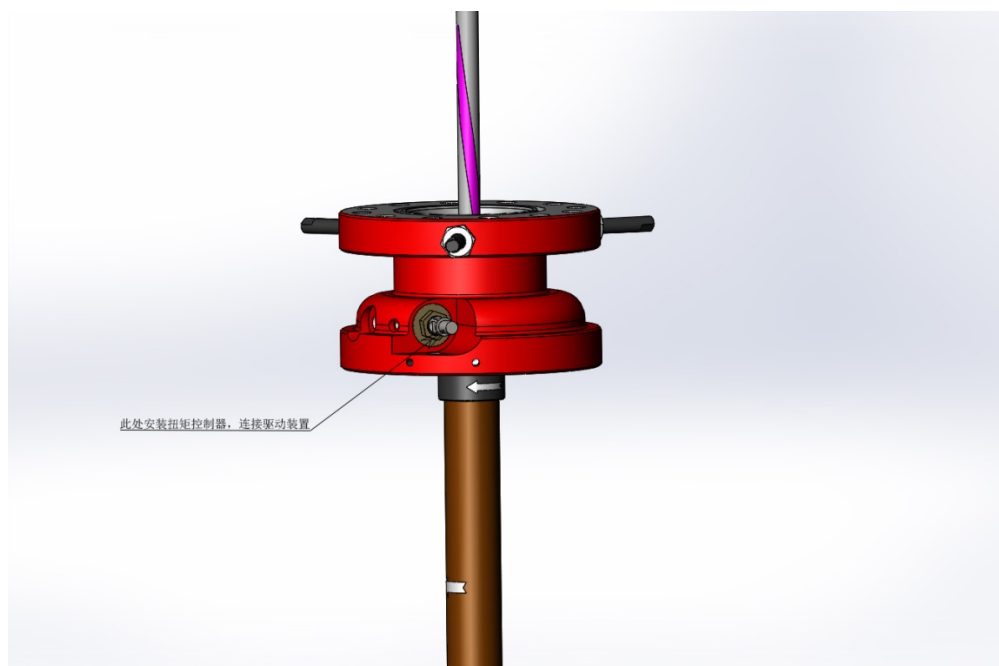


图 01

其原理非常简单，就是让油管转起来，以每天 7-10 圈的转速转动油管。从而使磨损均匀分散到管壁的圆周，也就是说，让磨着点沿管壁圆周均匀磨损，以达到延长井修周期的目的。早年的结构比较简单，就是在图 01 所示位置，在扭矩控制器后面连接一个棘轮扳手，棘轮扳手尾端连接一条索链，索链的另一端连接在炉头上，利用炉头上下

运动驱动棘轮扳手一个节拍运动一个角度，如图 02。

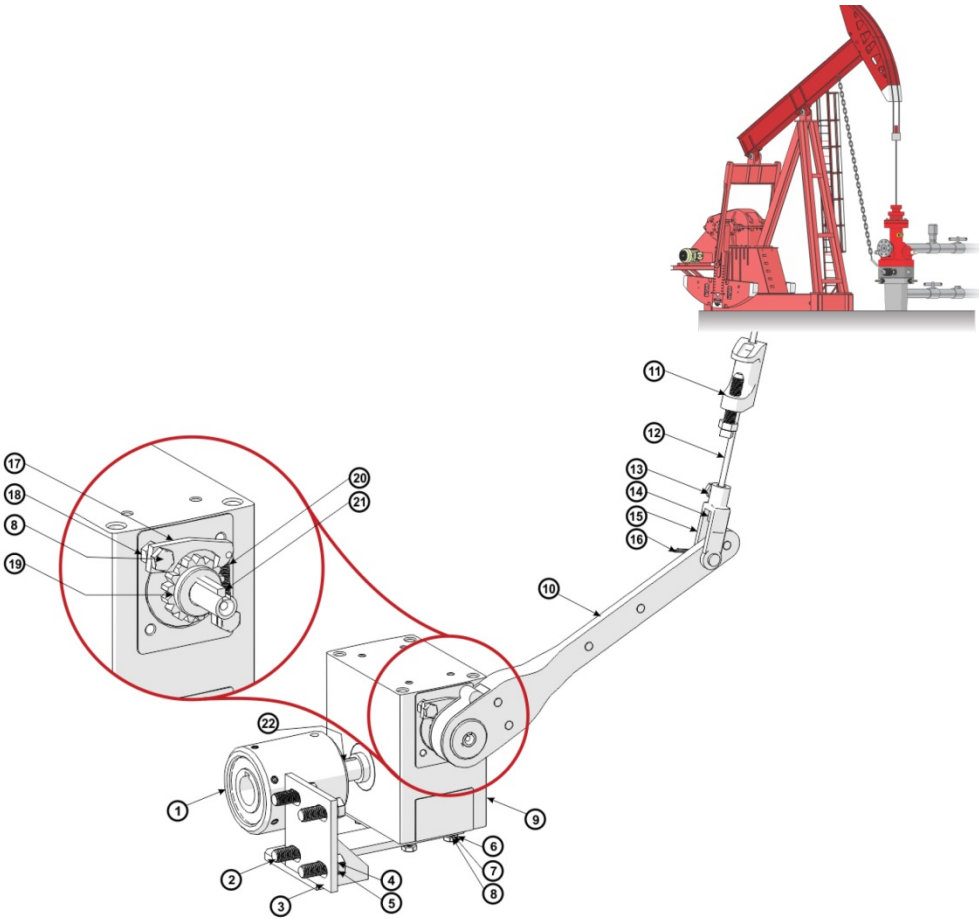
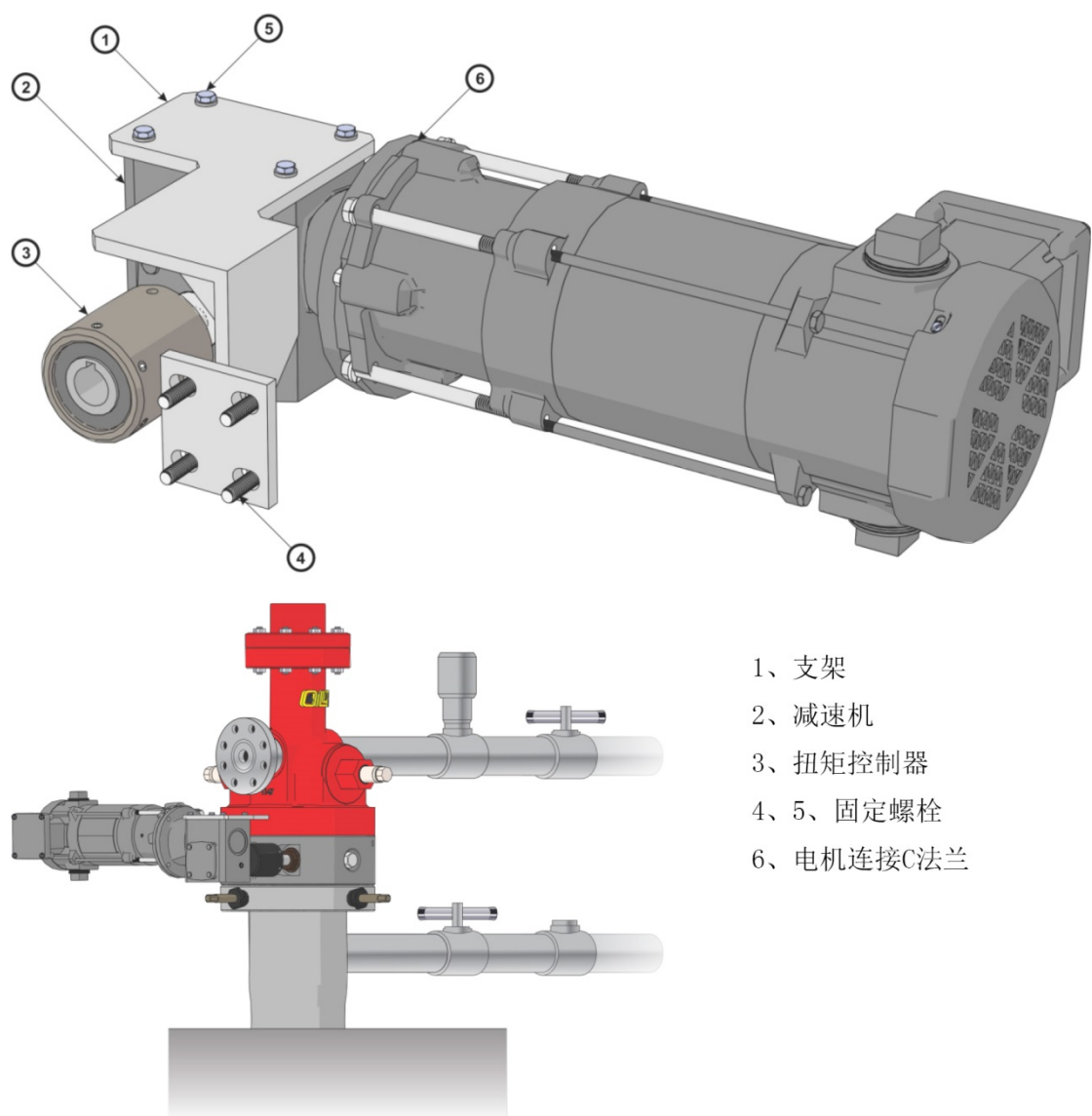


图 02

另一种方法是在扭矩控制器后面安装一个大减速比的电动减速驱动装置来驱动蜗杆。这款设计堪称经典，在全球所有的已安装的抗偏磨解决方案中几乎都是这个设计。如视图 03 所示



视图 03

一、原设计存在的潜在问题

07-08 年,我们参与了电拖部分的改良设计,并实施了新的电拖方案,根据外方设计任务书和提供的参考样品,用一个 400:1 的齿轮减速机串联一个 60:1 的蜗轮蜗杆减速机,电机为 1/4 马力 C 法兰 NEMA 电机。根据后来用户的反馈信息,尽管采用了扭矩控制器,但在时使用中经常会出现 400:1 减速机的铝合金壳被齿轮咬破。我们进过研究发现,由于该装置使用的工作环境外野外,温度为 40° C-零下 40° C,

齿轮为油脂润滑，气温的变化以及加工和安装精度等误差，在连续运行时导致齿轮偏载。同时，由于减速比巨大，驱动电机功率过大，导致偏载齿轮的偏载扭矩过大，远远超过了铝合金壳体的强度，因而导致齿轮轴被撬出。为解决这个问题，我们做了大量的研究，从底层逻辑上找到了原因，并获得了多项国家专利。

二、设计原理

我们设定抗偏磨解决方案的油管旋转的最大扭矩为 $\leq$ 油管上扣螺纹的最大扭矩，计算出使油管旋转 5-7 圈/天 的功率：

$$P=T*n/9550(kw)$$

$$n=rpm; T=N.M$$

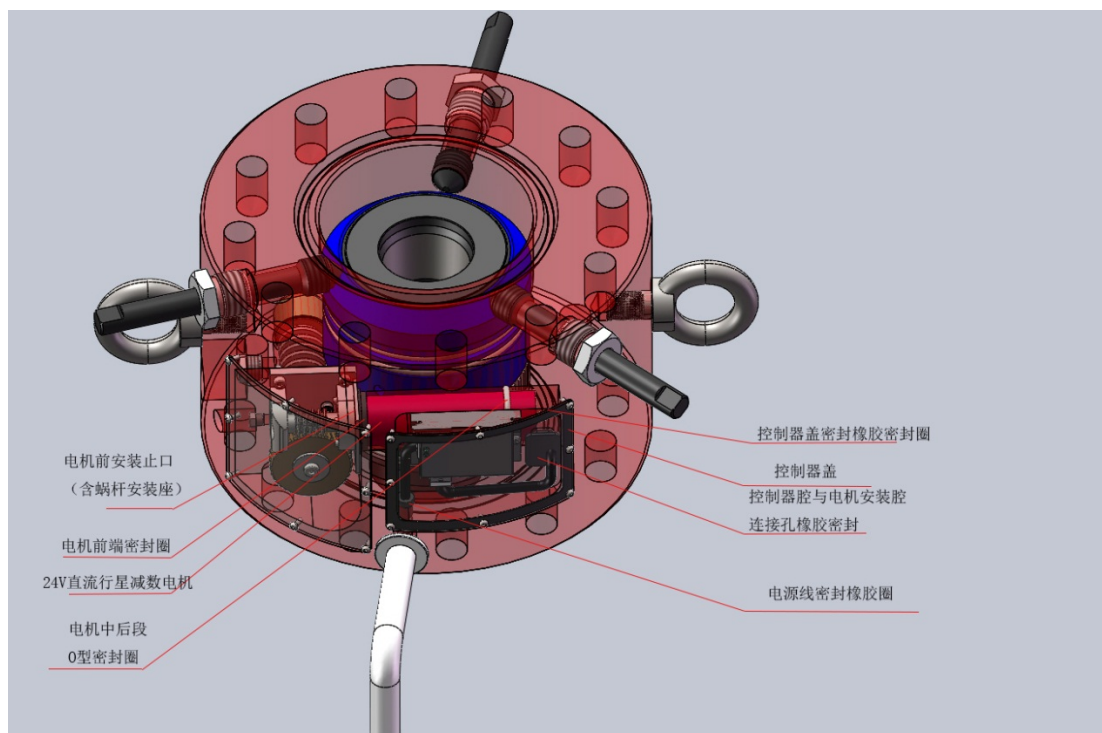
我们先选定最常用的 2-7/8” 油管, 宝钢的 BG110S 上扣最大允许为 5060N.M；天钢 P110 油管上扣最大扭矩为 2300N.M。

$$\text{以宝钢为例 } P=5060*6/24/60/9550=0.0022KW$$

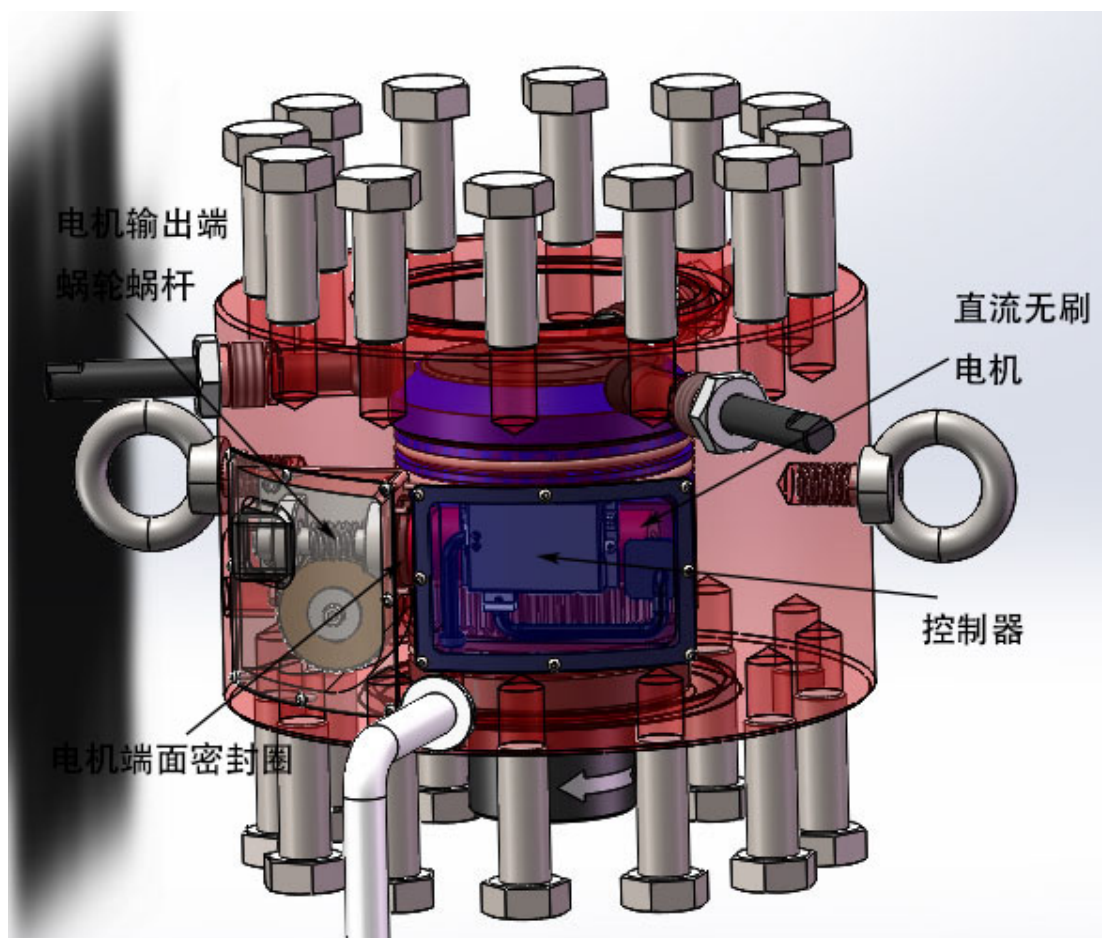
$$\text{天钢 P110 管 } P=2300*6/24/60/9550=0.001KW$$

由此可见，驱动油管转动的最大允许功率很小，只有 1-2 瓦。原设计中使用 1/4 马力电机拖动，输出功率大了 100 倍！

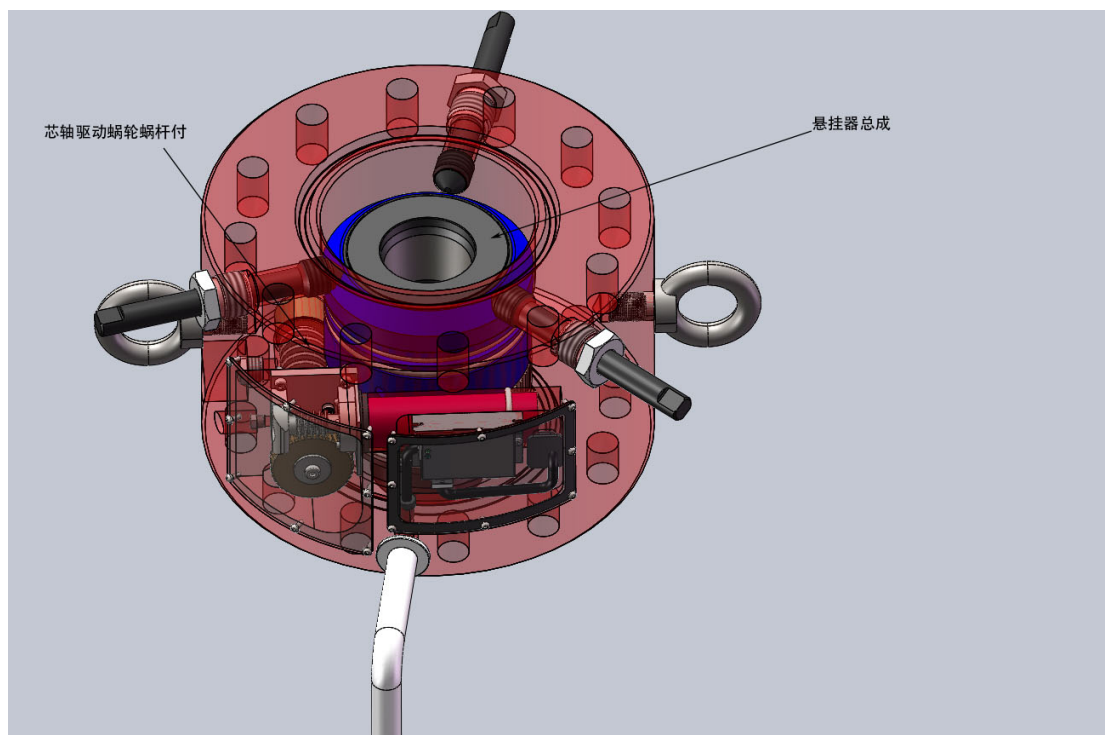
近年来，随着我国工业机器人以及工业自动化，智能化的普及，小微型直流无刷行星齿轮减速电机的普及，使我们在设计上有了革命性的突破，所以，我们另辟蹊径，创造性地采用世界上独一无二的内置 24V 直流无刷行星齿轮驱动模式，并将 PLC 内置其中。实现了扭矩可控可调，转速可控可调，过载保护，故障报警，等一些列传统机械无法实现的功能。



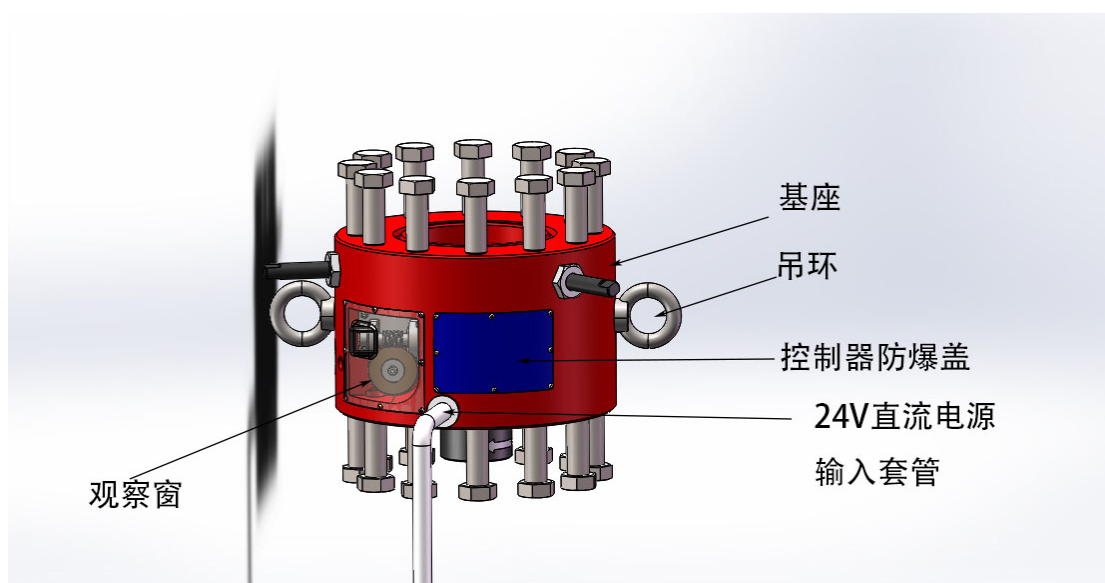
图一



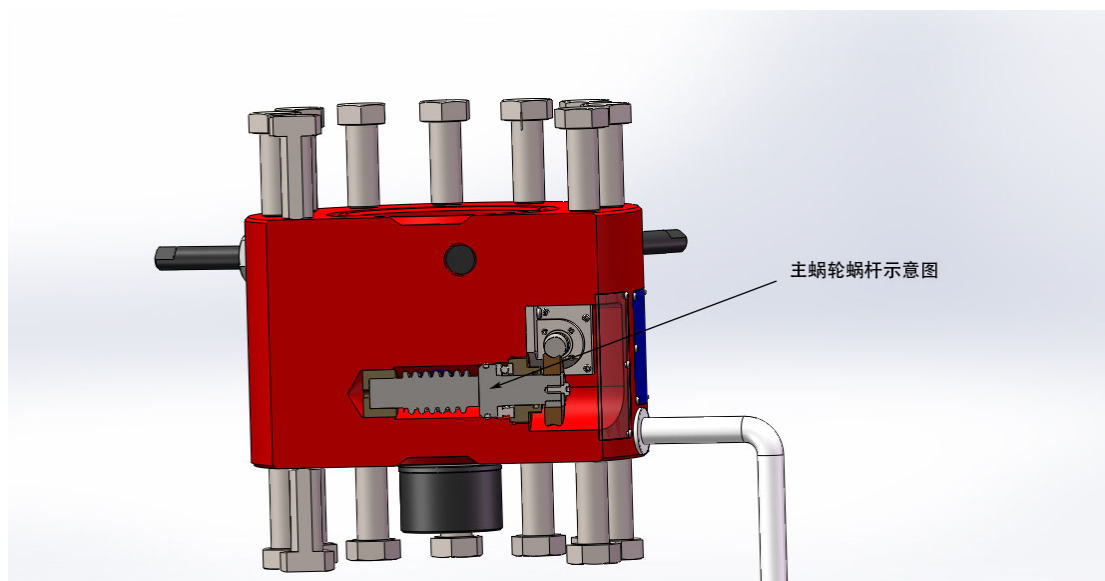
图二



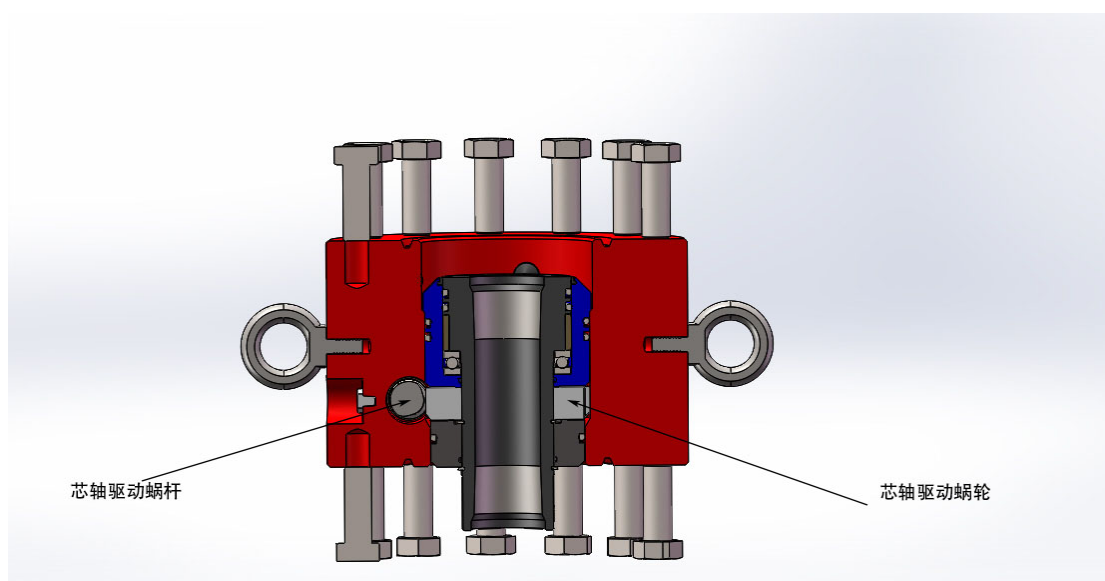
图三



图四



图五

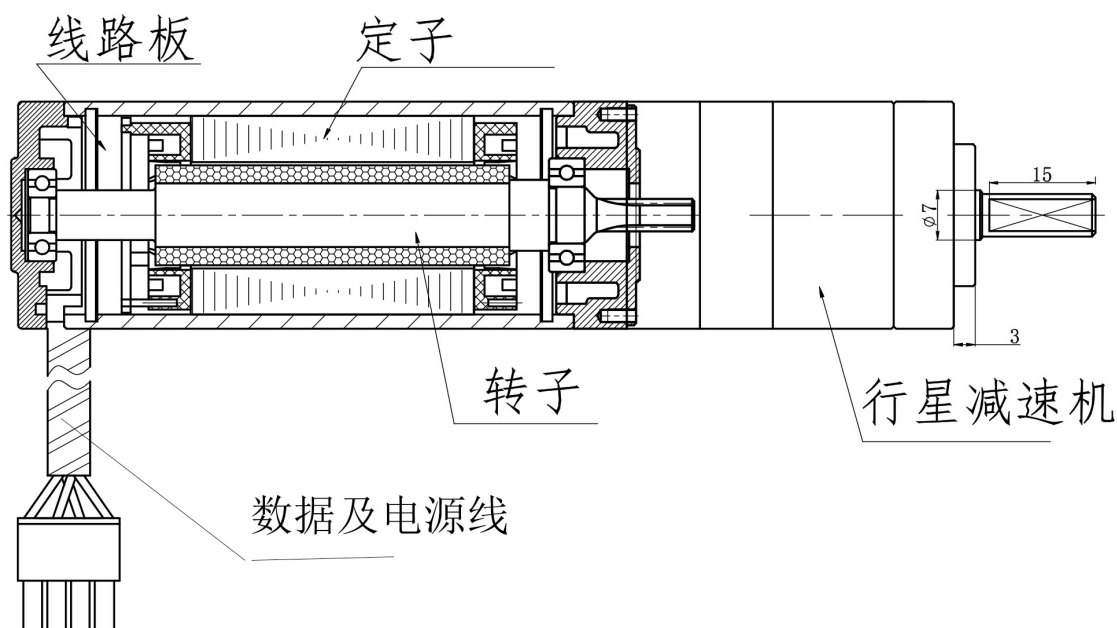


图六

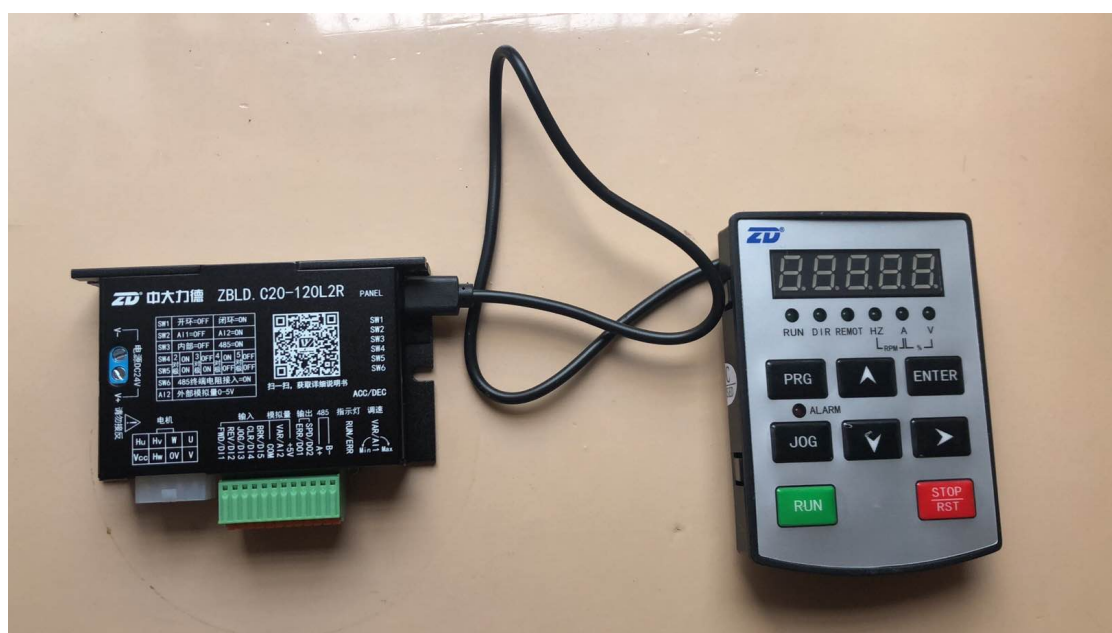
如图一所示，虽然 24V 直流无刷电机以及控制器不会产生火花，我们在结构上采取的防爆措施。图二、图三，内部结构，电机输出端蜗轮蜗杆驱动芯轴蜗轮蜗杆付，图五，图六，芯轴驱动原理。

三、参数的计算与设定

电机额定输出扭矩为 15N. M



图七



图八

- 控制器为可编程工业计算机,对于不同规格的油管,螺纹扣最大允许扭矩不同,而且差距很大。当油管转动遇到阻力大于油管扣最大允许扭矩时,必需及时停止。因此,在使用前对控制器进行设置,键盘代码举例如下:

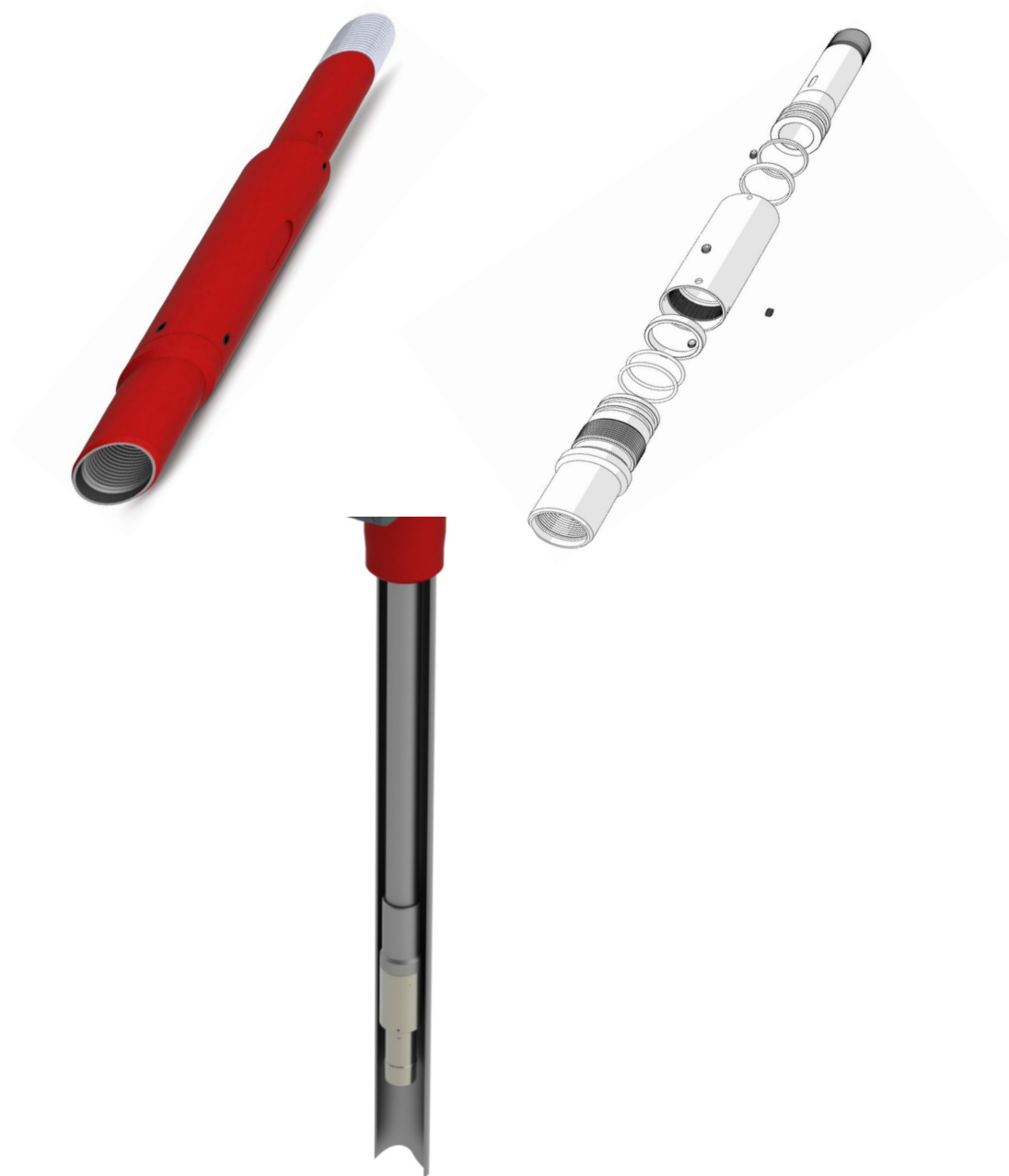
- F00.15=1 恢复出厂设置
- F02.04=限流值 需要客户根据不同的电流值设定
- F07.00=010 电流过载停机
- F07.01=100 限流百分比 100%
- F07.02=0.1 过载后 0.1s 停机
- 代码详见说明书
- 扭矩控制有两种模式，一种是根据国内常用油管扣最大允许扭矩设定，另一种是根据用户自己的要求设定。第一种我们提供根据国内常用油管扣最大允许扭矩而制定的一份参数表，另一种我们提供一种算法，是一份 Excel 表做成的数据库，输入你要求的控制扭矩，显示相应的设定参数。

四、抗偏磨解决方案的概述

R250 油管旋转器适合于 250 口径的四通井头，外径 15” (381mm)，高 9.38” (238mm)，连接螺纹孔中经 12.5” (317.5mm)，12 个 1-1/8” -8UN，或 M30 螺纹，孔深 1-3/8” (35mm)，悬挂器芯轴螺纹为 3.5” -8EUE (或 3.5” -10UN) 外螺纹 (上口为内螺纹) 和 2-7/8” -8EUE (或 2-7/8” -10UN, 上口同)。对于外径 14” (355.6) 井头芯轴相同，更小口径的油管可通过 2-7/8” 内螺纹转接。14” 旋转器尺寸如下：外径：14”，高 9”，螺纹中心园直径 11.5”，12 个 1” -8UNC 螺纹，金属密封 R45，与 15” 同。

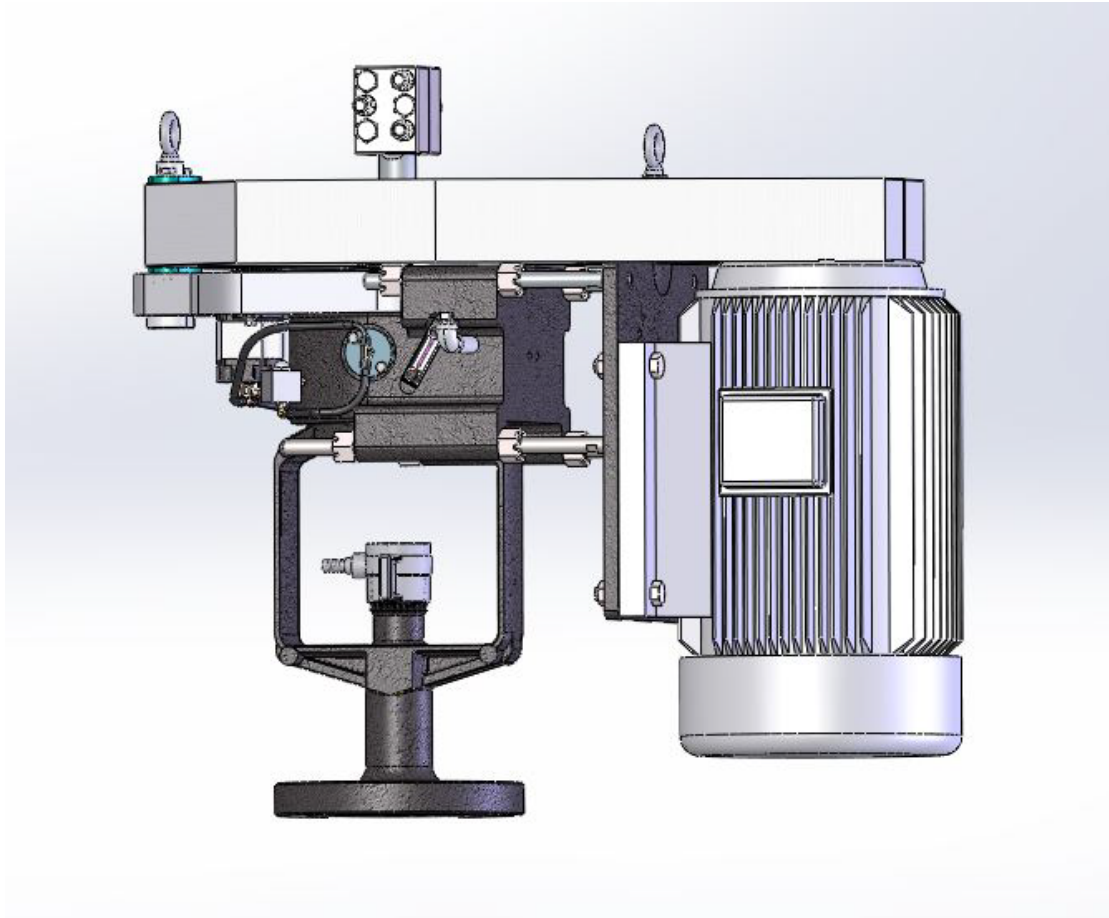
油井泵上安装有锚定器，因此，必须在锚定器上段安装一个旋转环。

下图为结构和井下安装状态



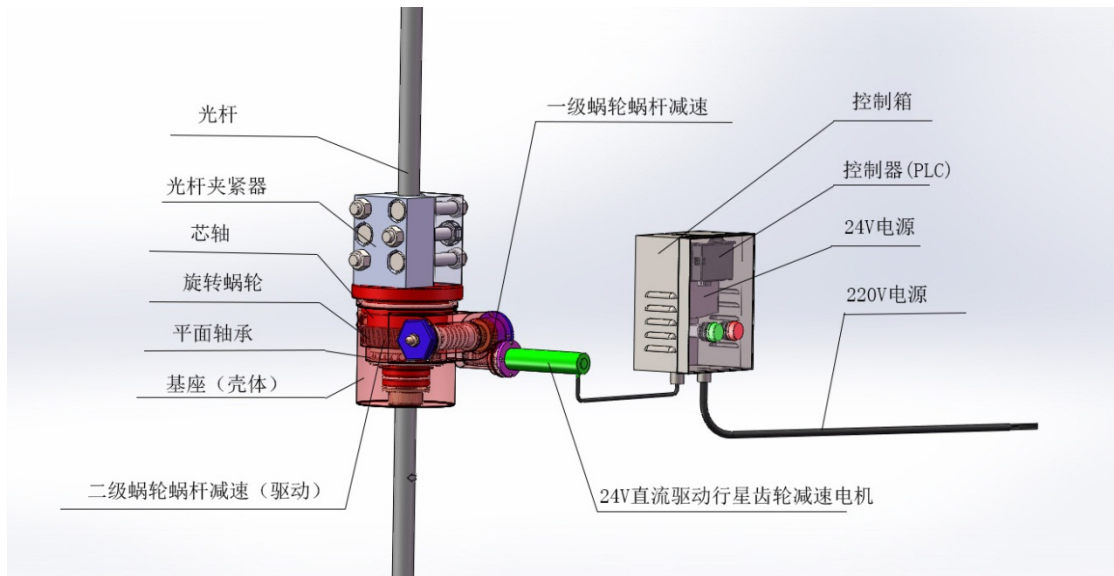
图九

旋转环须根据锚定器的具体结构和工作原理的不同而定，所以井下结构是关键。这个油管旋转器同时适合用于螺杆泵，适配我们的 30 马力动力头(资料另发)。

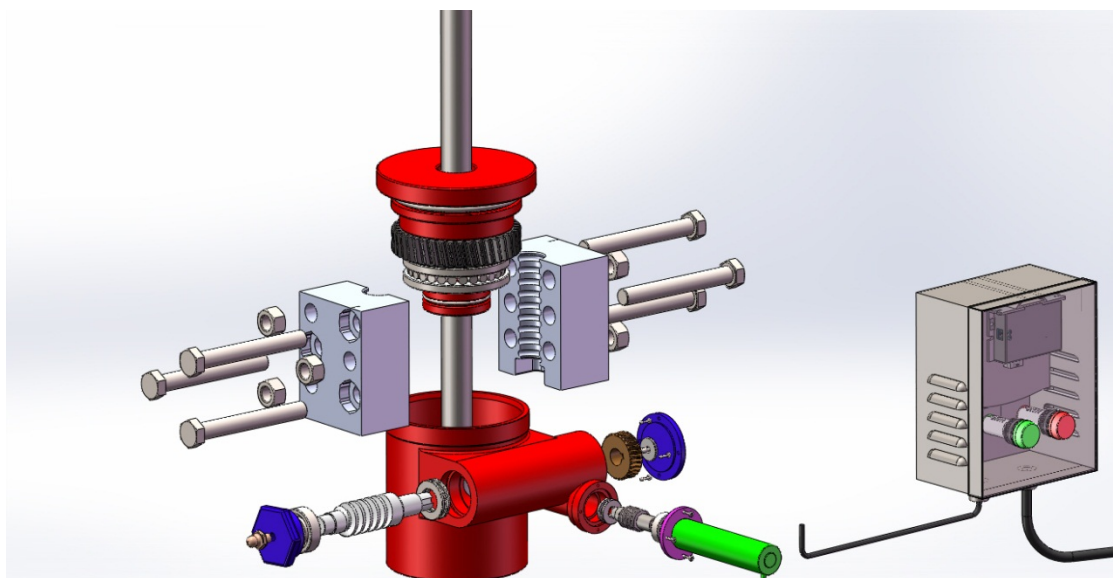


图十

当油管旋转时，会对抽油杆形成左旋扭矩，会导致抽油杆脱扣掉杆，因此在这个解决方案中，须加入抽油杆旋转器，抽油杆旋转器的转速高于油管旋转器。这样，抽油杆旋转器+油管旋转器+油管旋转环形成一套完整的抗偏磨解决方案。



图十一



图十二

抽油杆旋转器安装于悬绳器上，驱动原理以及控制方式与油管旋转器同。抽油杆旋转器可单独使用。当与油管旋转器配合使用时，电源管理是：抽油杆电机停，油管旋转器同时停；油管旋转器电机停，抽油杆旋转器电机不停。

五、模块化设计

电机及一级蜗轮组、控制器都可以快速插拔更换。

六、抗偏磨解决方案具有以下特点

适合于改造任何现有的井头

延长油管的使用寿命

减少昂贵的井修费用和停产，避免生产损失。

适用于所有井下泵类型

观察窗用于日常检查。

根据国外客户的经验和要求，部件维修可在不拆下井头的状态下更换零件，简单快捷。实现最低的维护和现场维修成本，延长油管的使用寿命。

