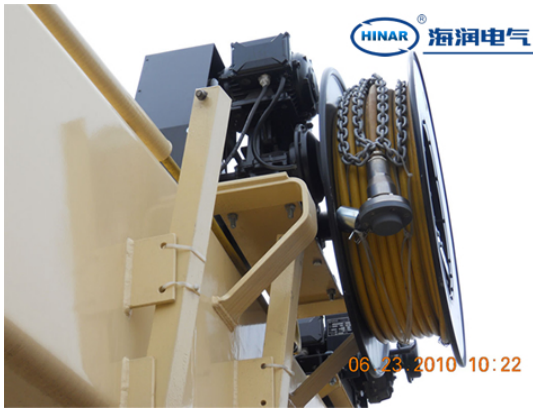


马达驱动液力耦合电缆卷筒 Motor Driven Cable Reel With Turbo Coupler



液力耦合式电缆卷筒

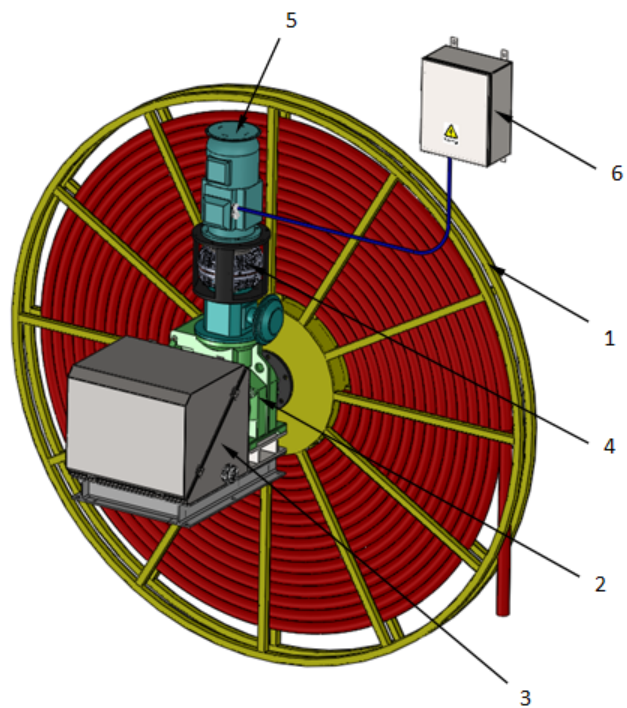
随着经济的发展，高频度和高速度作业已逐步成为物流业的基本要求，物流业的要求，使移动设备能量的可靠供给要求不断加强，湖南海润电气有限公司经过多年的研发和数万次的试验，成功研制出具有高滑差性能的液力耦合器，该液力耦合器运用于电缆或管缆卷绕设备，使卷绕设备的性能得到极大的提升，很好的解决了大截面，长距离电缆的高频度、高速度及高可靠性的收放问题，极大的延长被卷绕物（如电缆）的使用寿命。

变频液力耦合电缆卷筒采用高滑差液力耦合器加控制单元作为电缆卷筒的驱动系统，很好的解决了电缆卷筒收放电缆时的诸多问题。

1 HINAR 液力耦合电缆卷筒的系统结构

HINAR TCCR 主要由以下 6 个部份组成：

- 1 卷盘
- 2 主轴箱
- 3 集电箱
- 4 液力耦合器 TC
- 5 驱动电机
- 6 卷筒控制单元



2 高滑差性能液力耦合器的工作原理及工作特性

2.1 通用液力耦合器的工作原理

液力耦合器是以液体为工作介质的一种非刚性联轴器，液力耦合器的结构是由泵轮和涡轮组成一个可使液体循环流动的密闭工作腔，泵轮和涡轮各自装在输入或输出轴上，涡轮和泵轮上都径向分布着叶片。电动机运行时带动液力耦合器的壳体和泵轮一同转动，泵轮叶片内的液压油被离心式泵轮甩出。这种高速液体进入涡轮后使涡轮受到液压油冲击力而旋转，其速度和动能逐渐增大。最后液体返回泵轮，形成周而复始的流动。液力耦合器输入轴与输出轴间靠液体联系，工作构件间不存在刚性联接。液力耦合器的特点是：能消除冲击和振动；输出转速低于输入转速，两轴的转速差随载荷的增大而增加；过载保护性能和起动性能好，载荷过大而停转时输入轴仍可转动，不致造成动力机的损坏；当载荷减小时，输出轴转速增加直到接近于输入轴的转速，使传递扭矩趋于零。液力耦合器的传动效率等于输出轴转速与输入轴转速之比。一般液力耦合器正常工况的转速比在 0.95 以上时可获得较高的效率。



2.2 液力耦合器输出功率（扭矩）与输入速度的关系

液力耦合器在不同输入转速 n_B 不同充液率 q_c 的情况下，输出扭矩 M_B 的大小，满足以下函数关系

$$M_B = \lambda_B \cdot \gamma \cdot n_B^2 \cdot D^5 \quad \text{—— (1)}$$

传递功率 N 的大小，满足以下函数关系

$$N = \lambda_B / 975 \cdot \gamma \cdot n_B^3 \cdot D^5 \quad \text{—— (2)}$$

式中：

M_B — 泵轮从原动机上取得的额定力矩，即液力耦合器传递的额定扭矩（kg·m）

γ — 工作介质的重度

n_B — 泵轮的转速（r/min）即原动机输入转速

D — 液力耦合器有限直径（m）

λ_B — 液力耦合器泵轮力矩系数（min²/m）

N — 耦合器传递功率（kw）

由 $M_B = \lambda_B \cdot \gamma \cdot n_B^2 \cdot D^5$ 可以看出，耦合器所传递的扭矩与输入耦合器转速的平方成正比，即 M_B 对 n_B 的改变是很敏感的。通过改变输入耦合器的转速 n_B ，可以很方便的调节 M_B 的大小，达到调节卷筒收放电缆张力大小的目的

2.3 高滑差液力耦合器结构特点

液力耦合器的特性因工作腔与泵轮、涡轮的形状不同而有很大差异。

电缆卷筒上的液力耦合器，在流体结构上有许多地方不同于一般液力耦合器：

2.3.1 采用复合型流道设计，共采用五种流道：其中涡轮二种，泵轮三种；涡轮二种分别为主流道、副流道；泵轮三种分别为主流道、副流道、辅助流道。

2.3.2 采用导流环平衡各流道的作用，控制液力耦合器最大输出力矩和输出力矩特性，改变导流环结构就可改变泵轮上流道的行程，在转速和充液量不变情况下，确保输出力矩，同样，改变导流环结构可改变泵轮上各种流道的行程，因各流道特性不同其输出力矩特性也就不同。

2.3.3 耦合器有很大的表面积（比普通的液力耦合器表面积增大 50%），滑差所产生的热功可及时以热量形式散发出去，确保耦合器工作温升在安全范围内。

液力耦合的柔性传递解决了电机启动电流峰值及扭矩突变的难题，由于在电机和驱动设备之间没有刚性的机械连接部件，创造了既完美又切实可行的柔性传递驱动解决方案。电机使用效率提高，卷盘上电缆所受冲击力大大减小。

2.3.4 液力耦合器内充满了液力油，既可传递扭矩又可润滑部件，没有其他机械部件，损耗小，维护简单且维护量小，运行费用低。

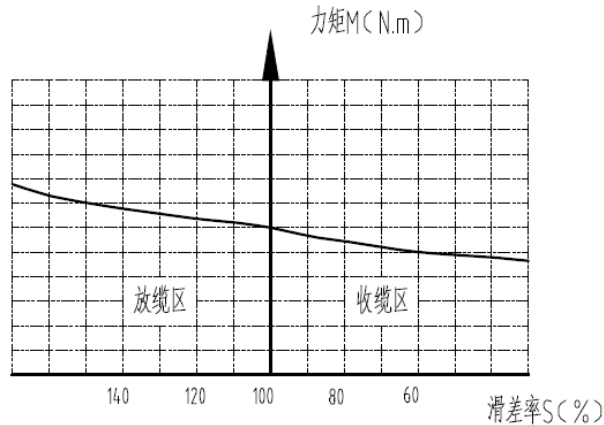
2.4 高滑差液力耦合器工作特性：

2.4.1 普通耦合器的转差率 S （液力耦合器泵轮和涡轮转速之差与泵轮转速之比的百分率）不高于 5%，高滑差液力耦合器的转差率可达到 180%，过载系数大，即使长时间在堵转工况下也可连续工作，耦合器不会过热，其热平衡温度一般不高于 100℃。

2.4.2 耦合器可在第一和第二象限内很宽范围的速比下稳定运行，且在低速比区域有较好的加速性能，以便在电缆卷筒收取电缆时，耦合器可以及时提供足够的力矩来加速电缆卷盘，快速响应，收紧电缆，避免电缆因松弛后产生的破坏性冲击。

2.4.3 耦合器在堵转时能耗极低，输出力矩较小，但又可保持电缆处于有效的缠绕状态。

2.4.4 以下是一款高滑差液力耦合器 960 转堵转时(滑差率 $S=100\%$)的对外力矩特性图 (TC) :



2.5 基于高滑差液力耦合器的普通电缆卷筒 (TCCR) 的工作特点

2.5.1 卷筒收缆时响应迅速，有效避免电缆在收缆过程中受到松弛性的破坏冲击。

2.5.2 卷筒在收缆和放缆切换时，电缆所受张力波动幅度小，过度平滑，有效避免电缆在收放过程中受到冲击性张力的破坏。

2.5.3 由于液力耦合器的流体力学性能，电缆卷筒在收放电缆及启动过程中的力学性能很柔软，刚性冲击少，有效的保护电缆，延长了电缆的使用寿命。

2.5.4 驱动及耦合件少，结构简单，可靠性高，易损件少，运行费用低。

TCCR 除应用于一般场合外，尤其适合应用于以下工况

2.5.5 被收放的电缆中有控制电缆

由于控制相截面一般只有 1.5 平方（多在 4 平方以下），而且芯线较多，电缆的抗拉能力和抗冲击能力差，卷绕力和速度如果不合适极容易出现断芯的情况，TC 系列电缆卷筒可有效确保多芯电缆在收放过程中芯线不受伤害。这类设备主要有电动液压钳，港口起重机吊具，启闭机，冶金车辆如钢包车，铁水灌车等等

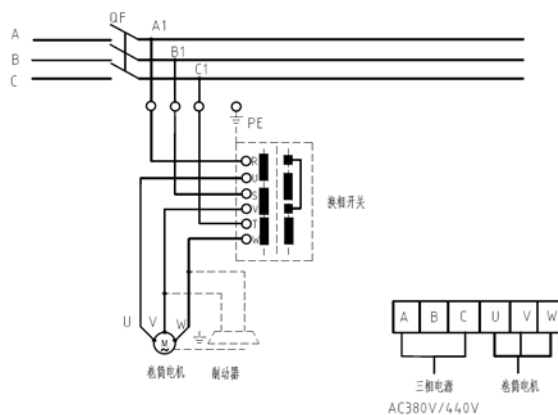
2.5.6 电缆被收放速度快，而且使用频度高

如船用克令吊配套的电动液压抓斗，码头（港口）用于装卸的起重电磁铁等

2.5.7 移动设备在运行过程中有较大的加速度

如 RTG, 由于 RTG 的功率较大，被卷绕的电缆外径大，重量大，卷盘质量大，卷绕了电缆的卷盘转动惯量很大，快速响应所需要的功率也很大，通常采用变频加液力耦合器共同完成。

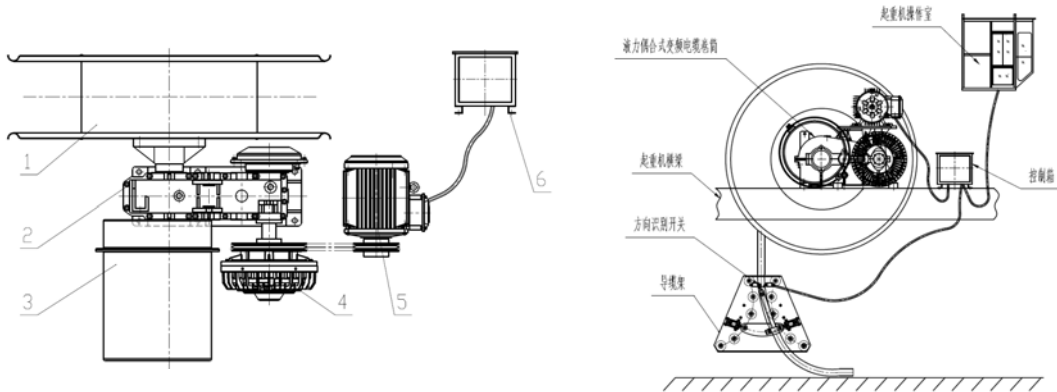
3 TCCR 电气原理图（原理图直流制动器）



变频液力耦合电缆卷筒 (ITCCR)

1 ITCCR 系统结构如下(带传动)

1 卷盘 2 主轴箱 3 集电箱 4 液力耦合器 TC 5 驱动电机 6 卷筒控制箱



2 ITCCR 工作原理

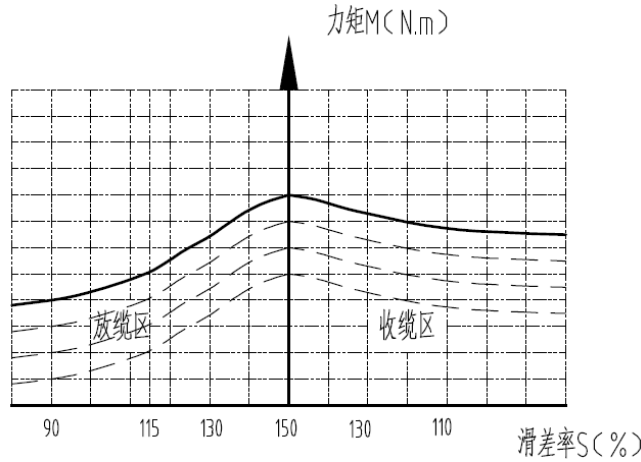
液力耦合器是柔性的传动元件，在一定量的充液条件下，其传递的功力与输入的速度相关联（与速度的平方成正比）速度越大，传递的功率也越大，且能迅速响应。电缆卷筒安装于移动设备上，当移动设备处于待运行状态时，马达以合适的怠速工作频率让电缆卷筒处于堵转待命状态，当移动设备要求前进或后退时，驾驶室或指挥中心通过控制器给电气控制箱 6 一个动作信号，电气控制箱 6 通过对导缆架提供的位置信号和驾驶室（指挥中心）发出的动作指令进行逻辑计算（没有导缆架提供的位置信号时，也可直接对驾驶室的指令作出判断），瞬时判断出动作指令是要求电缆卷筒收电缆还是放电缆，并基于该判断给驱动马达 5 一个对应的频率，收电缆给高频，放电缆给低频，模糊时给待命频率，驱动马达 5 得到电气控制箱 6 的不同电频率，产生对应的速度，该速度通过皮带或联轴器传递到液力耦合器 4，液力耦合器 4 泵轮得到动能，通过液力将动能传递给涡轮，涡轮通过液力耦合器输出轴将柔性的扭矩传递给主轴箱 2，主轴箱 2 得到柔性驱动扭矩后通过主轴箱 2 将扭矩传给卷盘 1，卷盘 1 在扭矩的作用下卷绕或放出电缆，完成电缆与移动设备的同步收放要求。

3 工作过程

- 3.1 控制单元在卷筒收缆时给驱动电机一个较高的频率，液力耦合器以高效，柔性的形式大转矩迅速驱动卷盘收缆。
- 3.2 控制单元在卷筒放缆时给驱动电机一个合适张力放出电缆的频率，液力耦合器以高效，柔性及适当大小力矩协助移动设备将电缆放出。在此过程中，驱动系统输出张力平衡电缆的重力。（这时，卷筒由于无效的机械传动效率所损失的扭矩转化为卷筒放出电缆时的有效阻尼扭矩，与耦合器提供的扭矩共同完成电缆的放缆工作）
- 3.3 在移动设备不动作或调整作业时，控制单元给驱动电机一个待命频率，液力耦合器处于待命堵转状态，输出一定的力矩确保电缆处于张紧响应状态。

4. 变频调速液力耦合电缆卷筒工作特性曲线(ITC) :

变频调速液力耦合电缆卷筒的放缆区通常滑差率高于 100%，耦合器在收缆区处于高频工作状态，在放缆区处于低频工作状态，电缆所受张力在收放转换时平滑过度。（可运行时数字化调试，工作曲线可根据工况要求任意组合）。下图是一款液力耦合器 1450 转堵转时(滑差率 $S=150\%$)的曲线



5 ITCCR 工作特点

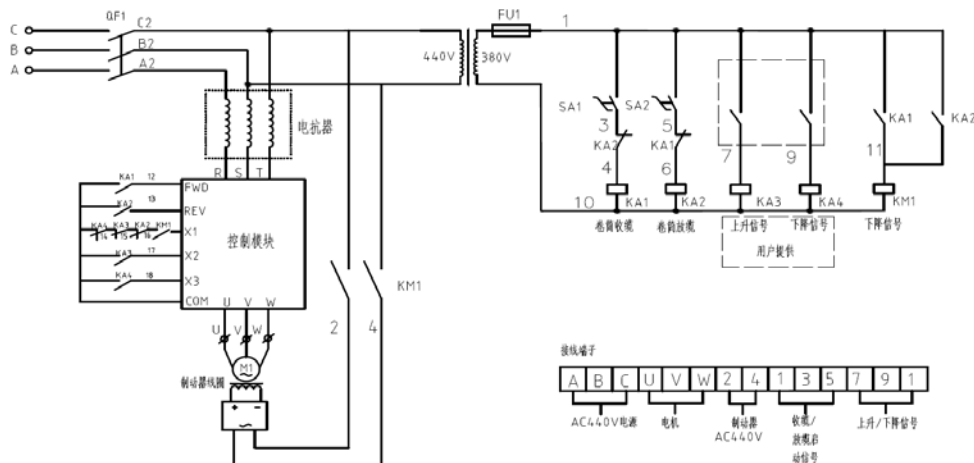
5.1 电缆卷筒收放缆过程中，不管卷盘卷径变化多大，电缆所受张力波动较小。且解决方式都是柔性的，电缆的使用寿命大为延长。

5.2 卷筒处于 S_1 工作状态，收缆通过高频率信号可使卷筒迅速响应收缆要求，以简单可靠的办法有效的解决移动设备要求的快速响应问题，避免了收缆滞后带来的巨大隐患。

5.3 结构简单，安装调试（在设备运行过程中调试）及维护方便，没有复杂的程序控制和繁多的位置开关，易损件少，维护量小，提高了物流设备有效作业速度和作业时间。

5.4 控制器出现故障时可旁路，卷筒设备仍可收放电缆。这一点更优于其它形式的卷筒，在设备运行过程中调试，可直接检定和改变运行状态，无需停机，其它形式的卷筒均要求停机调试，繁琐而不方便。

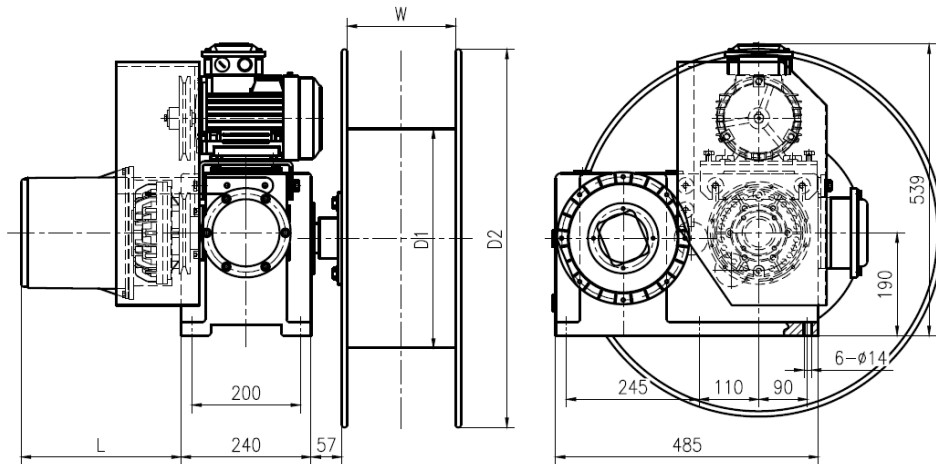
6 ITCCR 电气原理图（原理图直流制动器）



液力耦合电缆卷筒技术参数

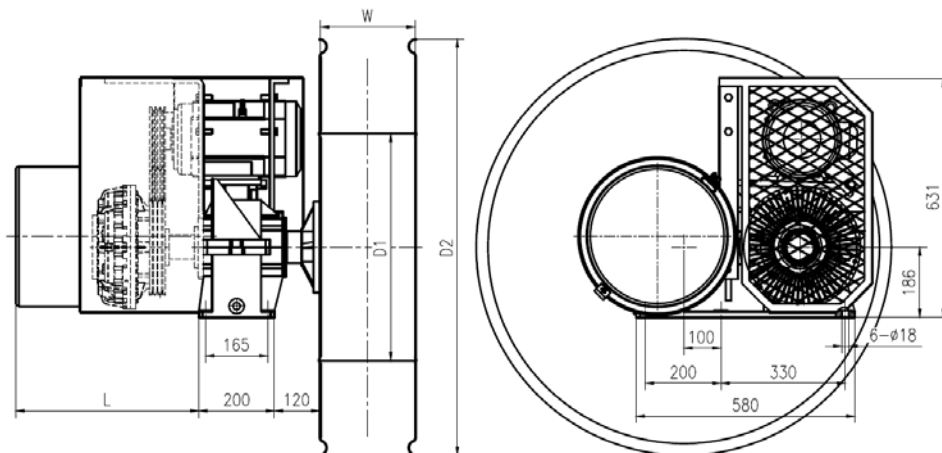
M2-TC16D

- 主机型号：M2
- 驱动单元：耦合器：TC16D
- 扭矩范围：(Nm) 50-200
- 适配集电器型号：SCS45、PCS58、SCS80、PCS98
- 适卷线型：外径 $\leq \phi 28\text{mm}$ ；截面积 $\leq 16\text{mm}^2$
- 调速范围：0~80m /min
- 外形尺寸图：



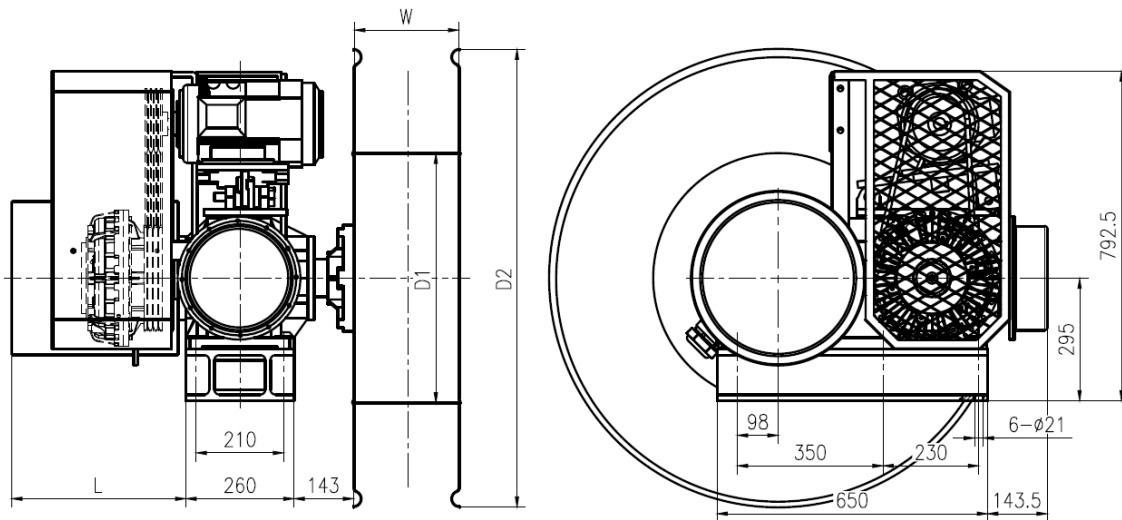
P4-TC28D

- 主机型号：P4
- 驱动单元：耦合器：TC28D
- 扭矩范围：(Nm) 250~1000
- 适配集电器型号：SCS80、PCS58、PCS98、SCS130、LCS135
- 适卷线型：外径 $\leq \phi 35\text{mm}$ ；截面积 $\leq 35\text{mm}^2$
- 调速范围：0~80m /min
- 外形尺寸图：

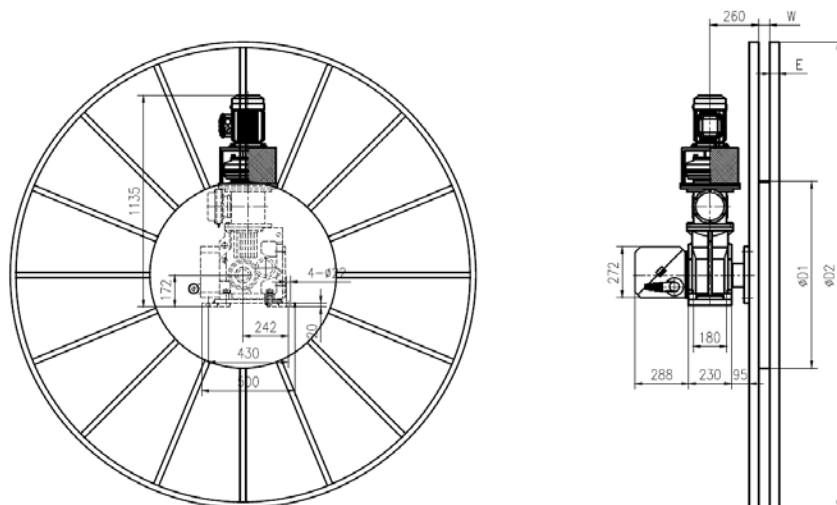


P5-TC28D

- 主机型号：P5
- 驱动单元：耦合器： TC28D
- 扭矩范围：(Nm) 500~1100
- 适配集电器型号：SCS130、LCS135、SCS210、LCS270、PCS145、PCS205
- 适卷线型：外径 $\leq \phi 55\text{mm}$ ；截面积 $\leq 95\text{mm}^2$
- 调速范围：0~80m /min
- 外形尺寸图：

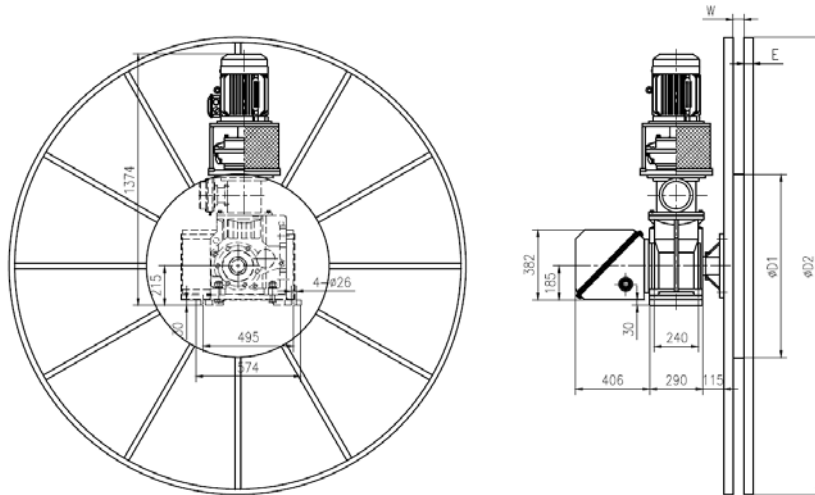

K8-TC22D-BP

- 主机型号：K8
- 驱动单元：耦合器： TC22D 三相电机:
- 扭矩范围：(Nm) 200~600
- 适配集电器型号：SCS135 PCS145 PCS98
- 适卷线型：外径 $\leq \phi 50\text{mm}$ ；截面积 $\leq 50\text{mm}^2$
- 调速范围：0~80m /min
- 外形尺寸图

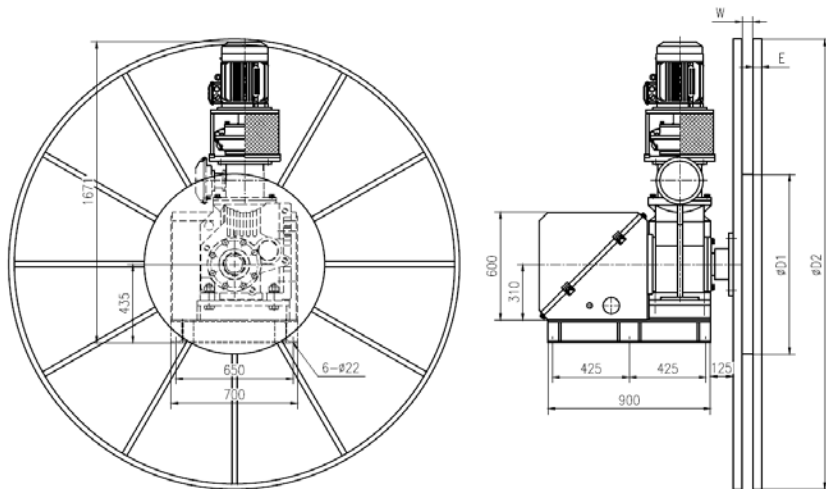


K9-TC22D/28D -BP

- 主机型号：K9
- 驱动单元：耦合器： TC22D TC28D
- 扭矩范围：(Nm) 600~1000 1500~2500
- 适配集电器型号：SCS270 SCS210 SCS135 PCS145 PCS98
- 适卷线型：外径 $\leq \phi 60\text{mm}$ ；截面积 $\leq 120\text{mm}^2$
- 调速范围：0~80m /min
- 外形尺寸图：

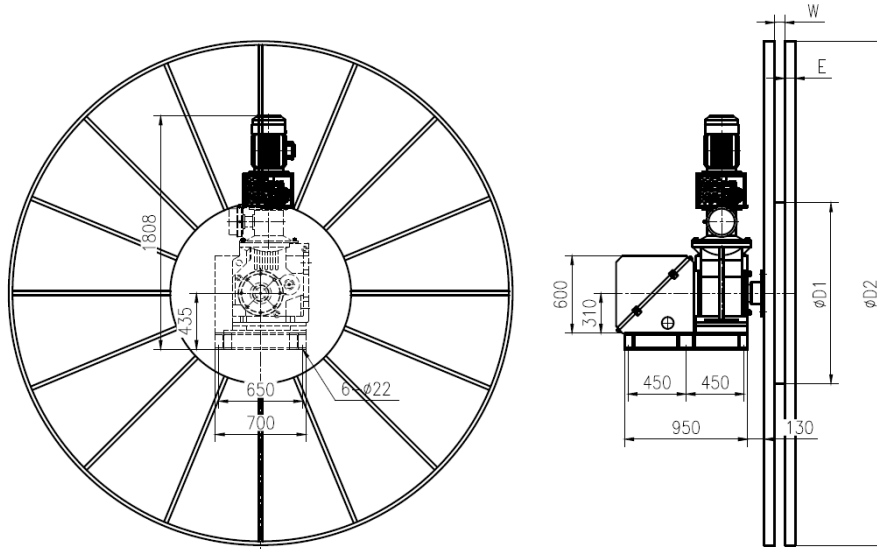

K10-TC28D-BP

- 主机型号：K10
- 驱动单元：耦合器： TC28D
- 扭矩范围：(Nm) 600~2900
- 适配集电器型号：SCS270 SCS315 PCS205
- 适卷线型：外径 $\leq \phi 75\text{mm}$ ；截面积 $\leq 150\text{mm}^2$
- 调速范围：0~80m /min
- 外形尺寸图：



K12-TC28D-BP

- 主机型号：K12
- 驱动单元：耦合器： TC28D TC28S
- 扭矩范围：(Nm) 1000~3400 3500~5500
- 适配集电器型号：SCS270、SCS315、PCS205
- 适卷线型：外径 $\leq \phi 85\text{mm}$ ；截面积 $\leq 240\text{mm}^2$
- 调速范围：0~80m /min
- 外形尺寸图：





湖南海润电气有限公司

Hunan Hairun Electric Co., Ltd.

地址：湖南省岳阳市麻塘镇

Address: Ma Town, Yueyang City, Hunan Province

电话 (Tel): +86-730-7830777 7832777

传真 (Fax): +86-730-7831777

邮箱 (Email): gs@hinar.com.cn

网址 (Website): <http://www.hinar.com.cn>