

柴油機曲軸折斷的原因及予防措施

· 周 宝 峯 ·

目前在地質勘探工作中所使用的柴油機，因曲軸折斷而發生機械事故的現象，还是比较普遍的。由于曲軸工作条件以及它所受的复杂应力的影响，其发生折斷的原因也較复杂。因此必須根据具体情况采取相应的措施。笔者仅将个人所考虑的一些初步意見，提出来和大家共同研究。

一、曲軸折斷的原因

1. 中心線不一致

由于曲軸的主軸軸頸的中心線和相接軸的中心線不一致，虽然在正常負荷时无事故征兆，但因長期運轉，材料本身的疲勞現象，也往往使曲軸折斷。这主要是由于安裝的不正确。如果是單机不是机組，它虽受基础（地基）的影响不大，但因各道座瓦按置不好，座瓦中心線不在同一水平線上，把曲軸放入軸瓦中，自然会使曲軸产生弯曲現象。尤其是在小型多拐柴油机上，因曲軸較細，故显示的更为突出。如果是中、大型柴油機，直接代勁发电机的机組，除各道座瓦不同心，影响曲軸产生弯曲外，同时亦因机組兩軸是用对盤連接（不是一体），安裝不好，兩軸中心不一致，也可使曲軸某处产生週期性的弯曲現象。这时輸出功率虽然正常，但因曲軸本身受有弯曲作用，則使它增加了惡性的額外負荷（弯曲应力）。又因柴油機大部份为中、高速度（400~1500 轉/分），所以这种惡性負荷作用于曲軸上的次数，也随柴油機轉数的高低而增減，因此使曲軸的棱角或材質本身有缺欠之处以及粗細徑过渡处，产生强烈的应力集中現象。同时因它所受的是反复弯曲应力，所以距回轉直徑中心越远处所受应力越大，在軸的表面最突出。因此当曲軸表面产生局部的材料疲勞現象后，应力更加集中，从而使裂痕逐漸加深，一直到不能承担輸送正常負荷时，柴油機便发出異常的巨声和巨振，使曲軸折斷。

2. 过早噴油或早期爆發

柴油機噴油時間过早，早期着火爆發称为爆燃現象。这种現象使活塞未到达上死点以前即受到强大的

爆發推力使活塞行駛速度減低，并迫使活塞停止运动。与此同时另外一种力，即裝在曲軸上的飞輪把大量的动能，通过曲軸傳給連杆，迫使活塞上行至上死点以完成工作循环，結果使曲軸受到了强大的扭力作用。

結果由于压缩压力和爆發压力的作用，致使拐軸軸頸磨成橢圓形，結果曲軸除傳遞負荷外，还受到額外的冲击力的作用。这些現象也往往使曲軸本身某处造成裂痕，并逐漸扩大，最后使曲軸折斷。

3. 噴油量不均

因各个气缸噴油咀調整的不恰当，使各缸噴入的油量不均，而造成各缸的爆發压力相差太大，因而影响到曲軸的負荷不均。同时，某缸因受力过大，也使軸頸磨成橢圓形。这样就增加了曲軸的額外冲击負荷，使曲軸的工作条件惡化，也可能使曲軸某部造成裂痕，最后导致曲軸折斷。

4. 連桿歪扭

在安裝活塞連杆和活塞小軸时，連杆的中心線和活塞小軸的中心線互不垂直，作用在曲拐軸頸全长上的工作压力不均，經長时期的運轉后，逐漸把拐軸軸頸磨成橢圓形（即元錐型），因而減少了曲軸的强度，影响了曲軸的寿命。如橢圓度超过一定值时（具体数字見后），則使曲軸产生强烈的振動，对曲軸的折斷，有很大的影响。

5. 潤滑不良

由于潤滑油中含有杂质硬粒，軸頸被磨成橢圓形，使曲軸在工作中受到冲击負荷，从而使白金造成裂紋、麻点和脫落等現象，結果使大量的潤滑油漏掉，不能起潤滑作用。尤其是使用压力潤滑时更为突出，不但軸磨損快也易使軸承起火燒毀白金。同时使輸送至活塞小軸和其它各部的潤滑油不足，这样不仅造成活塞小軸和缸套活塞等件的过早磨損，更严重的是由于潤滑不良，將促使活塞与缸套和小軸与銅套等都产生了剧烈的磨擦，产生高热，使活塞与缸套，小軸与小軸套等部咬死，迫使活塞突然停止运动。曲軸受此突然的强大的阻力作用，某部可能产生裂痕，最后导致曲軸折斷。

二、检查曲轴裂纹和磨损的方法

由上述情况可以看出，曲轴的折断并非突然发生，而是首先在某部产生微细的裂纹和磨损，然后逐步发展扩大而成的。如果能提前检查发现这种毛病，就可避免因曲轴折断使整台机器报废的严重后果。曲轴的检查方法很多，一般用仪器如磁力探伤器等，但这种仪器较贵，一般单位都不备有，因此没有仪器时可用下列几种简单方法进行检验：

1. 浸透法：

把认为有裂纹的曲轴局部或全部用汽油洗净并擦乾，然后用白粉溶液刷在各圆角处或认为有可能产生裂纹地方的表面上。待乾后，把曲轴用喷灯加热（局部加热）到 $30\sim 40^{\circ}\text{C}$ （加热时不要讓喷灯的火头直接燒在认为可能产生裂纹的地方，否则无法检查），这时在有裂纹的表面上便有极细的黑丝出现，这说明该处已有裂纹。

2. 电磁法：

在检查前，首先把曲轴洗净擦乾，然后按曲轴的圆周绕上电线，见图1所示。通入直流电使曲轴磁

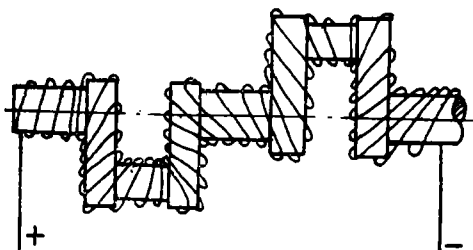


图1

化，其磁性强度不須太大，在一般情况下把电路断开后，曲轴仍能吸住鋼針，則即滿足檢查的要求，可把电线去掉。然后再在曲轴的全部表面或认为可能产生裂纹处洒上一层细铁粉，并用吹吸铁粉或用小錘輕輕打击曲轴。这时没有裂纹的地方的铁粉迅速落下，如有裂纹时，因磁力作用的结果，必定会聚集大量的铁粉（即使是极微细的裂纹，这种现象也表现的非常清楚显著）。检查时应使曲轴转动，以便在表面各处进行。但应指出，在曲轴的两端会聚集大量的铁粉，这是因为曲轴两端已形成自然正负两极，不是裂纹所致。

3. 圆锥度的检查方法：

这种方法最简便，由技术较高的工人，利用卡规就可进行。检查时，应在距轴颈两端 $5\sim 7$ 公厘处进行（参看图2），否则因根部圆弧会影响准确性。如果缺乏技术较高的工人，也可以用 $2\sim 3$ 公厘宽的薄钢带来检查圆锥度，如图2所示。具体操作方法，是用钢带箍在要检查的轴颈甲、乙两端，量其圆周周长，再把甲、乙两端圆周长的差，除以 π （ $\pi=3.1416$ ）。

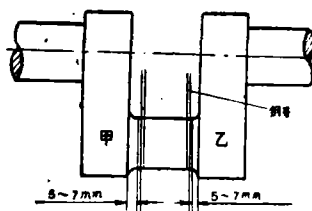


图2

的薄钢带来检查圆锥度，如图2所示。具体操作方法，是用钢带箍在要检查的轴颈甲、乙两端，量其圆周周长，再把甲、乙两端圆周长的差，除以 π （ $\pi=3.1416$ ）。

如测得甲端的圆周长为 a ，乙端的圆周长为 b ，在主轴上 $\frac{a-b}{\pi} < \frac{d}{1250}$ ，在拐柄轴上 $\frac{a-b}{\pi} < \frac{d_1}{1000}$ （ d 为主轴直径， d_1 为拐柄轴直径，单位公厘）。上述说明，测定的结果其甲、乙两端的圆锥度，（即 $\frac{a-b}{\pi}$ ）在主轴上测得的圆锥度不能大于 $\frac{d}{1250}$ ；拐柄轴上测得的不能大于 $\frac{d_1}{1000}$ 。如超过或接近这个值，应该磨研加工曲轴，否则会使曲轴增加额外冲击负荷，造成断裂。如果曲轴已用年久，经多次检修和研磨，曲轴的现有直径与原设计直径之差已超过或接近 $\frac{D}{40}$ （ D 为原设计直径）时，或测得的圆锥度最小端的直径以及椭圆度的短径（最小直径）与原设计直径之差已超过或接近 $\frac{D}{40}$ 时，则应从新更换新曲轴。

三、预防曲轴折断的措施

1. 在基础与安装方面

地基和安装应加以严格控制，特别是较大的机组更应注意。如目前使用的300馬力柴油发电机，因柴油机和发电机是两个单机合成的机组，按好后其轴的总长度达5公尺之多，如地基或某处稍有微小的变形或不当，对曲轴的影响甚大，因此对地基的耐压度应进行测定。有关水泥的选择及砂石的混合比、地基的宽度和深度，都应按说明书的规定标准执行。如任务紧迫时，可在水泥中加入快乾剂（氯化钠或氯化钙），以缩短凝固时间。其次在安装发电机时，其机座与导轨间垫片的总厚度不应超过 2 mm ，片数越少越好。在安装柴油机时，机械的四角和地脚螺钉中间都应垫上一块 30 mm 宽、 15 mm 厚的斜铁垫。斜铁垫的斜度以 $10:1$ 为宜，并用四角水平仪测量机身的水平。地脚螺钉拧紧后，各块垫铁的受力，最好都能保持一致。

2. 测量校正方面：

曲轴要经常或定期进行检验，特别经大修后在组合时更应注意。检查方法可用内径千分表测量。使用千分表时須另做一特殊表架，把架固定在曲轴扇板上，再把千分表固定在架上即可测量。但千分表测杆的尖端应对准扇板较平的一点上，所测的部位距拐柄的中心越远越好，如图3所示，否则，精度不准。测量时，

將曲軸轉動一周，分別讀記每隔 90 度千分表的指數，根據四個位置所測得的數字每兩個相減，如四個位置的順序為甲乙丙丁，則應甲—乙、甲—丙、甲—丁、乙—丙、乙—丁、丙—丁，此時可能出現負數，但我們取絕對值（只要數字不要附號），以其中最大的數來與規定值對照，看是否超過規定。如設其最大值为 a ，但 a 的允許值的確定亦與活塞行程和負荷有關，一般可用經驗公式決定， a 應小於 $0.00015S + 0.015$ (m/m)，式中 S 為活塞行程長度 (m/m)。所以，用公式表示即為 $a \leq 0.00015S + 0.015$ m/m，(0.00015S + 0.015 m/m 即為拐臂間距差的允許值)。實際上所測得的最大讀數差 a 應該小於 (0.00015S + 0.015 m/m)。如相等或接近，則表示危險。如果 $a > 0.00015S + 0.015$ m/m，則必須上下左右調整座

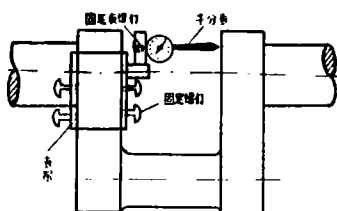


圖 3

瓦，使之達到要求。 a 值越小越好，如超出上述規定值，則曲軸在反復應力作用下，必定折斷。

3. 定期檢修：

在運轉中的單機或機組應該經常或定期進行檢查和修理。小的事故亦應及時修理消除，以免造成重大機械事故。一般運轉 4500 ~ 5000 小時要進行一次大檢查并清洗缸套的水垢，發現曲軸有微小裂紋時應更換曲軸，以免造成機械全部損壞。

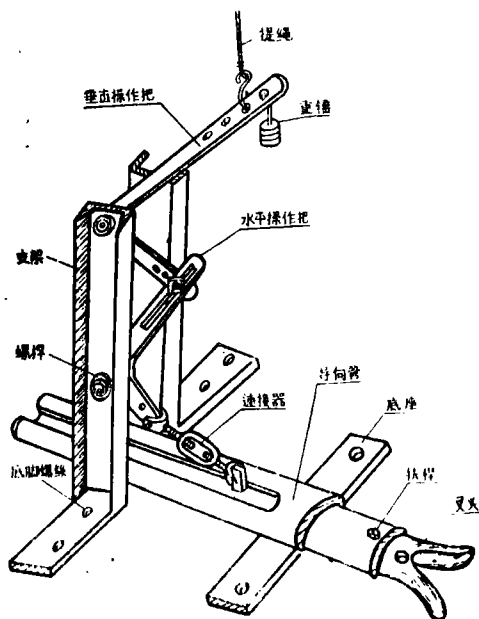
4. 加強日常維護：

在日常運轉中應加強維護，除按要​​求進行按裝外，平時對基礎也應進行檢查。如發現基礎有部份下沉應採取措施使之恢復原狀。如發現有裂紋應將基礎作廢，否則將產生更大的機械事故。對各個地腳螺釘也應經常檢查，如發現有松動或折斷，應及時扭緊和更換。其次連杆和座瓦螺釘都應經常進行檢查，如有故障應及時消除。此外應注意不要使機械長時間超負荷運轉，否則因機件本身的材料疲勞現象，也將造成機械事故，更不允許機械帶負荷起動，這樣也將造成曲軸折斷事故。

扶管器初步試用總結

在斜井（小於 90° 傾角）鑽進中，為了解決人力扶管（扶鑽桿）問題，減少塔上操作人員并減輕體力勞動，我隊于永年同志提出了使用機械扶管器。經試驗證明，效果尚良好。

機械扶管器的構造如圖所示。可以利用廢舊管材和廢鉗把製造，成本低廉。



機械扶管器應用的數量與安裝地點，是由鑽井傾斜角度及鑽桿立根長度所確定的。鑽桿立根長度一般在 15 公尺以內，須要安裝扶管器一台，安裝地點是在鑽桿全長 2/3 處為適宜，在 15 公尺以上的立根，則須安裝扶管器 1 ~ 2 台。安裝（即固定扶管器地點）時，須保證叉頭的行程，即當鑽桿按鑽井傾斜角度放置時，叉頭內則能容納鑽桿回轉，而且能使鑽桿保持這一角度。而當鑽桿提升時，叉頭又能躲開提引索其複式滑車等擠壓，這些可由試驗確定。至於其安裝方向，除必須使叉頭前伸外，可以根據具體情況稍行偏歪（一般是在放立根鑽桿的對一側為好）。底座是用螺絲固定在台板上的，提繩則是向上通過特設的小滑車反落，供最上層塔板上摘掛提引環的同志操作。

扶管器的扶管操作，只有二個動作：一個是叉頭外伸進行扶管；第二個是叉頭收回便利升降。至於扶管當時，叉頭不能內伸，則是利用了水平操作把平行于扶桿軸線達到了死點的結果。這二個動作，是由操作者通過提繩的上下提動來控制的。叉頭伸時，只須把提繩放開，利用垂直把上重錘自動下壓即可，收回叉頭時，則拉動提繩使垂直把頂端位置在最高點（把提繩用鉤連接在垂直操作把上任何一個孔中）即可。使用中應當注意扶管器的骨體安裝須周正水平，以免妨礙扶桿行程；骨體活動各部須要勤注滑潤油；安裝使用時，一定要正確確定水平把後柄的行程死點位置，以防止扶管時叉頭內伸。（401 勘探隊）