

矿井提升机筒壳损伤原因分析及预防措施

张 维 国

(山东龙口黄金矿冶公司, 山东 龙口 265719)

摘 要: 对JK型提升机卷筒筒壳损伤原因进行分析, 发现焊缝不规则造成应力集中、冲击载荷作用频繁、连接板边缘处应力集中、衬木无法保护筒壳、筒壳受力变形等是筒壳产生裂纹的主要原因。为此, 对支撑板重新设计, 达到修复目的。

关键词: 矿井提升机; 筒壳; 应力集中; 冲击载荷; 支撑板

中图分类号: TD534 文献标识码: B 文章编号: 1004 4620(2000)04 0039 03

Cause Analysis and Countermeasures on Barrel Defect of Shaft Lifter

ZHANG Wei guo

(Longkou Gold Mine & Smelting Corporation, Shandong Longkou 265719, China)

Abstract: The analysis of defect cause of barrel of JK lifter has been done, it has been found that the main causes produced crack on barrel are unstandarding welding seam to produce stress concentration, frequently impacting load, producing stress concentration at side of jointing plate, unstrengthening protection ability for barrel with lining wood, producing stress deformation on barrel by power etc. Through design again for supporting plate the aim of repair is achieved.

Key words: mine lifter; barrel; stress concentration; impacting load; supporting plate

1 概 述

JK型提升机卷筒筒壳为两半圆对接形式。对接处用四块连接板进行定位并连接, 筒壳与支轮轮缘采用铆钉铆接, 筒壳内壁用两加强支环进行支撑, 每一加强支环亦采用两半圆对接形式, 加强支环与筒壳内壁采用焊接形式。由于该类型提升机此种结构存在着诸多缺陷, 致使卷筒筒壳在对接处出现损伤。湖北某矿主井使用的是洛阳矿山机械厂生产的JK-3提升机。该机运行3年后, 发现在两半筒壳对接处筒壳表面严重下凹。经测量下凹最大处为10mm, 且下凹边缘附近有裂纹出现, 筒壳内壁的加强支环对接处有大的裂缝产生, 直接影响到该机的正常运行。

2 原因分析

2.1 应力集中

由于两半筒壳为对接形式, 这样制造时就存在形状误差。若筒壳制造误差超过规定值, 则有可能产生对接错位(包括加强支环的对接)或筒壳在卷制时出现椭圆现象。下面对两种情况进行受力分析。裂纹发生在筒壳的自由区, 在正常情况下筒壳自由区的压缩应力为:

$$\sigma_{\text{压缩}} = S/ht + 1/1 + 0.5\lambda \quad (1)$$

式中S——钢丝绳最大静张力, N; h——卷筒筒壳的厚度, cm; t——钢丝绳在卷筒上的缠绕节距, cm; λ ——材料的截面系数, $\lambda = E_K F / E F$; E、 E_K ——筒壳钢板和钢丝绳的弹性模数, E为 2×10^6 N, E_K 为 $(0.75 \sim 1.5) \times 10^6$ N; F——一个缠绕节距下的筒壳断面积, cm^2 , $F = h \cdot t$; F_K ——钢丝绳所有钢丝的横断面总面积, cm^2 。

从图1和图2可以看到在两接合处有一应力集中源, 当压缩应力作用到接合处时, 分布到该处的应力会骤然变化。设理论应力集中系数为 α_0 , 则这时的集中应力:

$$\sigma_{\text{max}} = \alpha_0 \cdot \sigma_{\text{压缩}} \quad (2)$$

因 α_0 非常大, 所以 σ_{max} 要远远大于 $\sigma_{\text{压缩}}$, 即两接合处所受的应力要远远大于其它位置所受的应力。此外, 还可以认为筒壳上每一点的载荷具有脉动变化的特点, 虽然这种脉动变化的周期比较长, 但随着载荷的脉动变化, 筒壳上各点的应力是有规律变化的。筒壳的损坏实质上具有疲劳破坏的性质。这样, 由于应力集中的重复作用, 就会在作用点产生过大的残余变形, 以致形成裂纹。

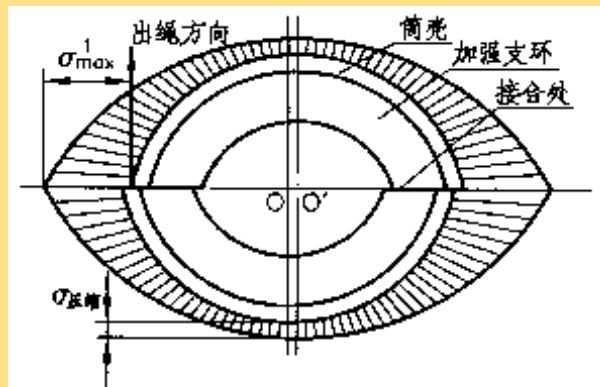


图1 两半筒壳发生错位时的结构形状及应力分布

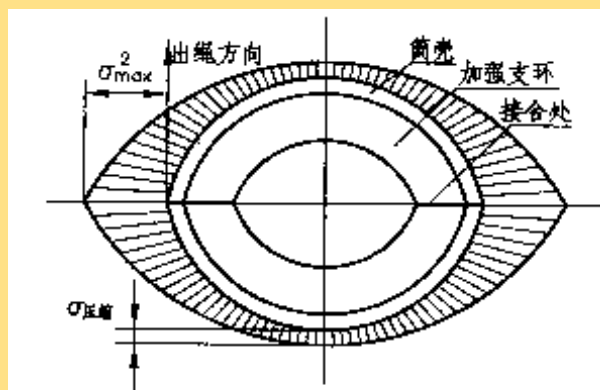


图2 两半筒壳产生椭圆度时的结构形状及应力分布

另外, 由于缠绕绳圈的螺距相对于筒壳直径来说是很小的, 可以把缠绕在卷筒上的螺旋绳圈看成为封闭圆环, 同时认为钢丝绳拉力在同一圈内是常数。卷筒是封闭良好的圆筒, 金属结构 在各方面都是均匀的, 这样就可以假定钢丝绳对筒壳的作用是轴对称的, 整个卷筒便可看成是一个“梁”。对于大直径的“梁”, 应力集中主要与绝对尺寸有关, 绝对尺寸越大, 产生缺陷的概率就越大, 形成应力集中的机会就越多。图1、图2的情况皆属尺寸增大的情形, 尺寸增大, 筒壳材料的疲劳极限就要降低, 有效应力集中系数增大, 从而增大了集

该机筒壳材料为A₃钢,塑性材料在交变应力的重复作用下,会在缺陷点形成非常细微的裂纹。裂纹尖端的应力集中促使裂纹逐渐扩展,这就会使筒壳截面不断削弱。又因裂纹尖端材料处于三向拉伸应力状态,比单向拉伸更不易于出现塑性变形,所以当裂纹扩展到一定程度后,在偶然的超载荷冲击下,筒壳就会沿削弱了的截面发生突然脆性断裂。筒壳内壁加强支环的主要作用是严格控制卷筒不圆度,抵抗由于应力作用而产生的弯曲应力和径向挠度。其容许的最大压力为:

$$P_{\max}=1-(d/d_2)^2/2 \cdot \sigma_s \quad (3)$$

式中 σ_s ——材料的屈服极限,对于A₃钢 σ_s 为216~235MPa; d ——支环内径, m; d_2 ——支环外径, m。 代入数据,得 P_{\max} 为14.8kN。

支环处筒壳的合成应力为:

$$\sigma_h=qC_h r/\delta(1+0.27k_h) \quad (4)$$

式中 q ——作用在筒壳上的均布载荷, $q=T/rt$; T ——钢绳张力; t ——钢绳缠绕节距; r ——筒壳平均半径; δ ——筒壳厚度; C_h ——支环区钢绳张力系数。

K_h ——支环的刚度系数, $K_h=F_h/[F_h+1.56\delta \cdot r \cdot \delta \cdot (r \cdot \delta)^{1/2}]$; F_h ——支环的断面积。

从上列公式可以看出 K_h 小于1, 所以:

$$\sigma_h < 2qC_h r/\delta = 2\sigma_{\text{压缩}} < 2S (S \text{为最大静张力})$$

JK-3型提升机 S 为98N(设计), 即有 σ_h 小于196N, 故 $P_{\max} \gg \sigma_h$ 。

计算表明, 由于焊缝的不规则造成了应力集中, 使加强支环产生疲劳损伤而出现裂纹。

2.2 冲击载荷的影响

实测发现, 发生裂纹处在-183m位置。-183m中段担负着-230m、-270m掘进废石的提升任务, 这就意味着冲击载荷的产生较频繁。一是装载时造成的冲击, 一是启动时启动转矩的增大造成的冲击。冲击载荷的频繁作用, 使筒壳产生疲劳损伤。

2.3 形状及衬木的影响

两半筒壳的接合处采用连接板固定, 连接板的形式如图3所示。该机连接板厚度为16mm, 筒壳的厚度16mm, 在连接处筒壳的厚度由16mm增加到48mm, 产生了形状的突变, 这样就在连接板的边缘形成了应力集中。

另外, 卷筒木衬的厚度一般要求为钢绳直径的2~3倍, 其主要作用是减少钢丝绳的磨损和保护筒壳。当磨损到原厚度的25%~40%时便应更换, 这是因为木衬的厚度 h 与筒壳的厚度 δ 的比值 h/δ 与筒壳的弯曲应力成如图4所示的关系。

如果采用的衬木厚度为80mm, 连接板处的衬木便为64mm, 此处衬木的厚度是其它处衬木厚度的80%, 即刚安装的衬木, 此处便相当于磨损了20%。当其他位置磨损到40%时, 此处已磨损到了60%, 根本起不到保护筒壳

的作用。木衬在连接板处的排列如图5所示。

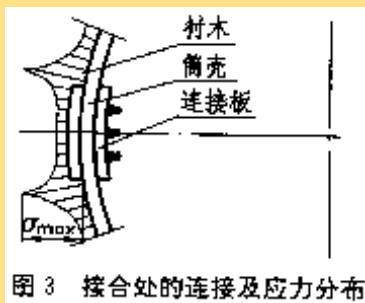


图3 接合处的连接及应力分布

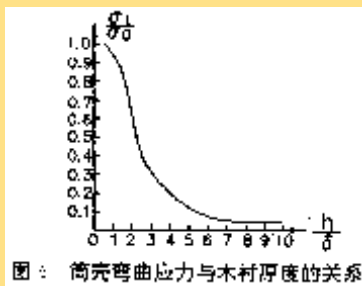


图4 筒壳弯曲应力与木衬厚度的关系

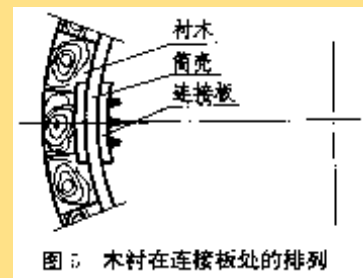


图5 木衬在连接板处的排列

2.4 筒壳的受力

支轮处筒壳受有一定的弯曲应力 和扭转应力:

$$\delta_{\text{弯曲}} = 0.91S/ht(1+1/1+0.5\lambda) \quad (5)$$

$$\delta_{\text{合成}} = 0.64S/ht(1+1/1+0.5\lambda) \quad (6)$$

由于这两个力的作用,使支轮处筒壳与轮缘发生相对位移。筒壳如果与支轮焊为一体,则这两个力只会表现在筒壳与支轮轮缘的接合处,不会由于扭转应力造成筒壳与轮缘的相对位移。但该机筒壳与轮缘只是进行了铆接。这样,上述两力的作用就会使铆钉剪断(该机铆钉剪断过多次),从而使筒壳与支轮发生相对位移,支轮的筒壳变形,加剧自由区筒壳变形。

3 处理及预防办法

(1)用千斤顶等将凹下部分进行修复,再将裂纹进行焊合,拆掉接合处原连接板,改用如图6所示的连接支撑板。支撑板外缘与筒壳内缘紧密配合,支撑板与加强支环用螺栓连接,再进行焊接,以提高筒壳与加强支环的整体性,并可提高加强支环接合处的抗压强度。最后将两半筒壳接合处进行焊合。

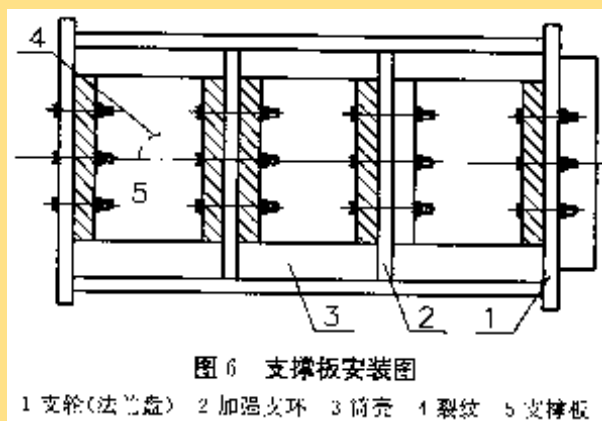
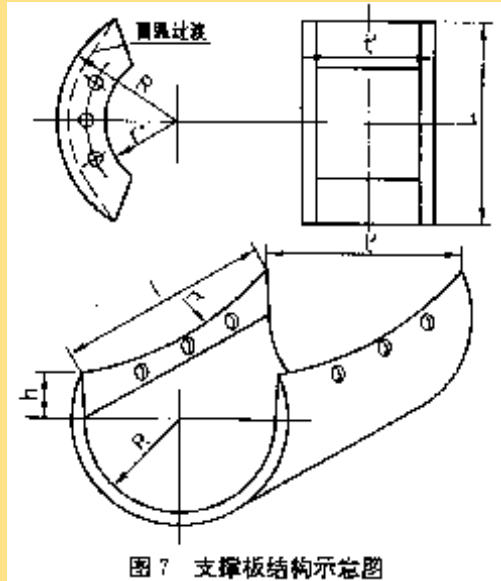


图6 支撑板安装图

1 支轮(法兰盘) 2 加强支环 3 筒壳 4 裂纹 5 支撑板



支撑板如图 7 所示, 该板外缘半径 R 应与筒壳内圆半径 R' 相等, 宽度 t 应与两加强支环间距 t' 相等, 周向长度 l 应将整个裂纹包容在里面, 高度 h 应与加强支环 (d_2-d) 相等。材料选用1.6 Mn或 A_3 。该支撑板可以校正接缝的接合精度, 抵抗由于形状误差造成的应力集中, 使裂纹不再继续缓慢 发展。同时提高筒壳与支轮缘的整体性, 有效抑制由于弯曲应力和合成应力作用造成筒 壳的轴向位移。

支撑板沿筒壳内缘周向采用圆角过渡, 其目的是平缓截面尺寸, 避免形状上 的突变, 削弱应力集中造成的影响。该板的厚度及联接螺栓的数量、规格都须进行 严格的强度校核计算。

该方案实施后, 运行5年多未发生任何问题。

(2)提升机在工作时应根据工作情况进行适当的调绳, 使最大负荷点(冲击载荷点)不会始终 处于一个位置, 从而减缓最大载荷在某一局部位置的重复作用。

(3)必须使钢丝绳的实际最大静拉力在设计规定的范围内, 以保证筒壳的实际压缩应力在筒 壳材料的许用应力范围内。另外, 由于衬木一方面起减少钢丝绳磨损的作用, 一方面起保护筒 壳的作用, 所以要定期检查衬木的磨损情况, 磨损到规定的范围时必须更换。

[返回上页](#)