

电车线材料的干滑动摩擦磨损研究现状

徐春园, 张思成, 陈卫华

(兰州理工大学, 甘肃 兰州 730050)

摘要: 由于电车线材料要求有高强度、高导电性以及好的耐磨性、耐蚀性。因此对电车线材料的滑动摩擦磨损性能进行研究, 为开发、生产、应用新材料提供基础的理论和实践保障。

关键词: 电车线材料; 干滑动; 摩擦磨损; 现状

中图分类号: TG143.5 TH117.1

1 引言

随着中国经济的快速发展, 中国铁路电气化建设进入了一个崭新的发展时期。铁路电气化及高速铁路的发展被列入十五计划的重点之一。同时, 西部开发及大中城市的轨道交通建设也处于加紧规划和发展之中, 这就对电车线材料提出了更高的要求, 同样也给相关企业带来了无限商机。德国 F&G 公司电车线材料, 特别是铜银、铜镁合金, 已广泛应用于世界众多国家的铁路及城市轨道交通中, 包括德国、挪威、西班牙、瑞典、法国、澳大利亚、丹麦、瑞士及中国。其中, 铜和铜合金材料的全球供货量达到约一万公里, 各种绞线达 10 万多公里。

随着高导、耐磨、耐蚀性材料的大量需求, 在研究、开发新材料时, 它的摩擦磨损特性同样备受关注。摩擦磨损是受多种非线性、强耦合因素作用的过程。因此, 摩擦理论的滞后和目前人们对摩擦学研究的悲观情绪很大程度是由于摩擦磨损过程的极端复杂性造成。通常, 摩擦和磨损过程受到摩擦副、润滑剂、工作参数、环境和工作历史等许多因素的影响。材料的强度或者对外载荷的响应与温度、载荷、速度、材料的应变变量、应变速率和应变历史等都有密切关系。

2 干滑动摩擦磨损机理

干滑动摩擦磨损是一种特殊的摩擦磨损形式。摩擦副材料具有高的耐磨性、高而稳定的摩擦系数, 较高的力学性能及优良的其他使用性能。在摩擦初期, 摩擦面附近的温度梯度很大, 而远离摩擦面处温度低, 同时温度梯度较小。干滑动摩擦条件下, 摩擦

副的摩擦表面由于摩擦热的介入, 处于非常高的温度。陈跃等人认为, 材料的干摩擦行为中, 摩擦系数的高低与摩擦过程中所发生的三种现象有关(1)滑动表面光滑区域的粘着(2)磨粒和硬质粗糙对偶面造成的犁削(3)粗糙表面的变形。对于不同的滑动条件、摩擦副材料和工作环境, 三种过程对摩擦系数的影响是不同的。一般来说, 犁削和粗糙表面的变形对总的摩擦系数的影响要比粘着的影响大。

当受电弓滑板工作在粉尘、风沙较大条件时, 砂粒等硬颗粒附着在滑板或导线上进入接触面, 将导致磨粒磨损的产生。(1)磨粒对表面产生犁沟作用或称微切削、划伤表面(2)磨粒压入表面, 因挤压作用使表面材料塑性变形而脆化。从而在滑动时形成鳞片状的剥落屑。

3 影响干滑动摩擦磨损行为的因素

3.1 载荷的影响

载荷对复合材料的磨损特性有很大的影响, 载荷的增加使摩擦生热显著增加, 使基体有蠕变软化的趋势, 有利于微裂纹的扩展。同时, 载荷增大易于发生严重粘着磨损, 磨损量增加。

谢贤清等认为, 在摩擦过程中, 载荷作用下基体次表层的塑性变形, 使位错滑移和聚集, 产生了许多空位和微裂纹, 使表层组织变的疏松, 结构发生软化。软化层的形成将严重削弱合金的耐磨性。

在载荷小于 10 牛顿时, 材料呈现出比基体合金更低的磨损率。这表明, 磨损过程中发生了材料的转移过程。在载荷为 1095 牛顿时, 材料的磨损表面形貌都具有严重塑性变形的特征, 大量的塑性流变导致了摩擦层的形成。剥层磨损是主要的磨损机制。(下转 104 页)

均呈极显著负相关,说明这些显著相关性状均可作为倍性鉴定的指标。

表 2 无核白与大无核白染色体倍性与各性状的相关性

	无核白	大无核白	相关系数	差异性测定(t 值)
	$2x(\bar{x} \pm s)$	$4x(\bar{x} \pm s)$		
气孔密度(个/0.01mm)	10.0±1.5	7.6±1.6	-0.6113**	5.99**
保卫细胞长(um)	25.5±2.43	35.7±4.6	0.8093**	10.77**
保卫细胞宽(um)	7.8±1.7	10.7±1.7	0.6595**	15.05**
花粉长(um)	22.58±2.13	29.16±2.94	0.8587**	9.93**
花粉宽(um)	20.76±2.53	26.53±2.63	0.8040**	8.66**
花蕾长(mm)	2.24±0.12	2.72±0.27	0.7559**	8.90**
花蕾宽(mm)	1.56±0.16	1.92±0.16	0.7141**	8.71**
枝粗(cm)	1.085±0.2061	2.69±0.250	0.5820**	3.14**
叶柄粗(cm)	0.282±0.0340	0.367±0.056	0.6660**	7.10**
叶柄长(cm)	10.45±1.42	10.89±2.52	0.1680	
节间长(cm)	7.32±1.35	4.97±1.17	-0.7028**	7.22**

2.3 染色体倍性的判别分析

以气孔密度、保卫细胞长、花粉长为指标,应用线性矩阵,按照二类判别函数的计算方法,求出葡萄二倍体与四倍体群体的判别公式如下:

$$y = 4.76x_1 + 4.06x_2 - x_3$$

其中, x_1 为气孔密度, x_2 为保卫细胞长, x_3 为花粉长; L_1 、 L_2 、 L_3 为判别系数。

经 F 测验,F 值=7.82***,判别能力具有极显

(上接第 98 页)

3.2 速度的影响

滑动速度对干滑动摩擦磨损的影响也较大。在小于 1.2m/s 的滑动速度下,磨损机制被描述为疲劳磨损,相应的表面出现裂纹,磨损碎片很小。摩擦表层覆盖一层摩擦层,在这样的低滑动速度下,增强物对磨损率的影响不明显。在高的滑动速度下,磨损过程发生转变,这与摩擦层的破裂有关。

Snbramanian 指出,随着滑动速度向临界速度的增加,磨损率降低。这一临界速度取决于施加载荷、热扩散系数和磨损表面的硬度。

3.3 温度场的影响

影响摩擦温度场的主要因素为摩擦条件与摩擦副材料。随着摩擦速度与接触正压力乘积的增大,表面温度与温度梯度直线上升。因此,在干滑动摩擦条件下,摩擦热所引起的摩擦温度场是影响摩擦学行为的主要因素之一。另外,在干滑动摩擦过程中,一次摩擦过程,摩擦副经历一次由低温向高温,又由高温向低温的转变。这种温度循环在摩擦副中

著意义。

并求得: $\bar{y} = 144.80$,对任意葡萄品种,测定以上三性状求出 y 值,若 $Y > \bar{Y}$,则属于四倍体, $Y < \bar{Y}$ 则属于二倍体。对测定的 10 个葡萄品种,代入公式回判,误判率为 0%。

2.4 无核白与大无核白染色体倍性与各性状的相关性

大无核白为无核白的四倍体芽变,属同一营养系。表 2 表明,无核白与大无核白的 11 个性状中除叶柄长外,均与倍性呈极显著相关,其中气孔密度、节间长与倍性均呈极显著负相关。

3 讨论

(1)不同品种的节间长与倍性无显著相关性,但同一营养系品种的节间长与倍性呈显著负相关,可见,节间长可作为鉴定倍性芽变的指标。

(2)从测定结果看,不同品种的花蕾宽与倍性呈极显著相关,而花蕾长未见相关性,这有待于进一步研究。

参考文献:

- [1] 戴洪义等 葡萄的染色体倍性与气孔性状的关系及其判别分析 葡萄栽培与酿酒 1990.2

产生相当大的热应力。

4 结束语

电车线材料的干滑动摩擦磨损行为受到载荷、温度、速度、环境、材质等多因素的影响,因此电车线材料的摩擦磨损机制十分复杂,而且研究条件具有很大的局限性,因此要赶上和达到国际领先水平,还需研究者作大量的工作。

参考文献:

- [1] 张永振 铸铁的干滑动摩擦磨损 现代铸造 2000,2
- [2] 陈跃 颗粒增强铝基复合材料干摩擦磨损研究进展 兵器材料科学与工程 1999 Vol.22
- [3] 李娜 受电工滑板—接触导线摩擦磨损机理与特性分析 中国铁道科学 1996,第 4 期 17 卷
- [5] 谢贤清 铸造法制备 Tic/AZ43 复合材料连续润滑摩擦行为研究 航空材料学报 2000,第 4 期 20 卷
- [6] Alpas A T and Zhang J. wear,1992,155,83104
- [7] Wang A and Rack HJ. Mater Sci Eng,1991,A147:211-224
- [8] Subramanian C. wear,1991,151,97110
- [9] 霍林 [英] 摩擦学原理