

耐热橡胶输送带概述

周毅,周英志

(山东横滨橡胶工业制品有限公司,山东 潍坊 262610)

摘要:介绍国内外耐热橡胶输送带的标准、分类、质量及应用情况。国内外耐热输送带标准中产品的耐热分级有所不同,耐热温度达到150℃以上的输送带产品很少。耐热输送带覆盖胶主体材料主要采用丁苯橡胶(SBR)和三元乙丙橡胶(EPDM),骨架材料主要采用涤棉帆布、涤锦帆布和锦纶帆布。输送带材料、结构以及使用环境不同,输送带的使用寿命差别较大;输送物料温度超过175℃、骨架材料采用涤锦帆布的耐热输送带容易起泡和脱层;EPDM耐热输送带适用于输送温度低于300℃的物料;覆盖胶主体材料采用SBR、骨架材料采用涤棉帆布的耐热输送带适用于输送较大温度范围的物料。

关键词:耐热输送带;覆盖胶;帆布;丁基橡胶;三元乙丙橡胶

中图分类号:TQ336.2 **文献标志码:**A **文章编号:**2095-5448(2017)12-05-05

随着工业化发展,散装物料输送设备研发提速。钢铁冶炼、水泥熟料生产、氧化铝制作、热生石灰搬运等都离不开耐热橡胶输送带,耐热橡胶输送带应用日益广泛。由于输送物料温度高、持续运转时间长,耐热输送带的使用寿命大大短于普通输送带。延长耐热输送带的使用寿命是世界输送带行业的主要课题之一。

国外耐热输送带工业始于20世纪30—40年代,经过几十年发展,胶料配方、骨架材料、生产工艺和设备研究成果丰富。我国耐热输送带工业起步于20世纪90年代,虽然进入21世纪以后发展速度加快,但是我国耐热输送带技术与国外耐热输送带技术相比仍有一定的差距。

1 耐热输送带标准

1.1 国外标准

ISO 4195—2012《带有耐热橡胶覆盖胶的输送带 覆盖胶的耐热性要求和试验方法》将耐热输送带分为3个耐热等级:T1(耐热温度≤100℃),T2(耐热温度≤125℃),T3(耐热温度≤150℃)。标准同时规定了输送带覆盖胶热老化后硬度、拉伸强度、拉断伸长率及其变化或变化率。

作者简介:周毅(1970—),男,山东枣庄人,山东横滨橡胶工业制品有限公司高级工程师,学士,主要从事橡胶制品和橡胶机械的技术管理工作。

国外标准涉及耐热温度超过150℃的耐热输送带。德国DIN 53508—2000《橡胶试验 加速老化》中将输送带分为6个耐热等级,其耐热温度分别为85,125,150,175,200,250℃。标准也规定了输送带覆盖胶热老化后硬度、拉伸强度、拉断伸长率及其变化或变化率。

德国、美国、英国、日本已生产出耐热温度高于150℃的耐热输送带。德国Contitech输送带公司^[1]研制的Contiflex Vulkan T200型耐热输送带(耐热温度≤170℃)150℃×24 h老化后,覆盖胶的拉断伸长率从650%下降到630%,拉断伸长率变化率为-3%;在150℃×72 h老化后,覆盖胶的拉断伸长率从650%下降到610%,拉断伸长率变化率为-6%。

1.2 国内标准

HG/T 2297—1992《耐热输送带》完全等效采用ISO 4195。

GB/T 20021—2005《帆布芯耐热输送带》将耐热输送带分为4个耐热等级:T1(耐热温度≤100℃),T2(耐热温度≤125℃),T3(耐热温度≤150℃),T4(耐热温度≤175℃)。标准还规定了覆盖胶热老化后硬度、拉伸强度、拉断伸长率及其变化或变化率,并新增加了老化后纵向全厚度拉伸强度和纵向参考力伸长率、耐热试验温度下层间粘合强度等指标。

GB/T 20021—2005中耐热输送带覆盖胶的耐热性能要求如表1所示。

表1 耐热输送带覆盖胶的耐热性能要求

项 目	耐热等级			
	T1	T2	T3	T4
邵尔A型硬度				
老化前后差值/度	0~20	0~20	0~20	0~20
老化后最大值/度	85	85	85	85
拉伸强度				
老化后变化率/%	-25~0	-30~0	-40~0	-40~0
老化后最小值/MPa	12	10	5	5
拉断伸长率				
老化后变化率/%	-50~0	-50~0	-55~0	-55~0
老化后最小值/%	200	200	180	180

标准中的耐热温度是指输送带的承受温度,而不是物料温度。一般通过检测工作状态下输送带表面温度可以得到输送带的承受温度。影响耐热输送带表面温度的因素很多,如输送带运转速度、物料搬运量、投料时间间隔以及是否有洒水等降温措施等。以厚度为20 mm的耐热输送带为例,不同耐热等级输送带表面温度与物料温度对比如表2所示。

表2 耐热输送带表面温度与物料温度对比

项 目	耐热等级			
	T1	T2	T3	T4
输送带表面温度/℃	70~102	116~121	127~153	90~181
物料温度/℃	101~149	150~166	195~380	200~574

GB/T 20021—2005中部分技术指标处于世界领先地位,但也有部分内容不够科学合理^[2]。标准附录A中老化试样制备方法没有明确规定试样摆放方式,这会造成试验结果偏差。不同厚度输送带覆盖胶老化后试验结果差异较大^[3]。长时间高温老化后全厚度耐热输送带整个带体变得很硬,刚性大,覆盖胶不易切片、打磨和冲压,制备哑铃形试样难度较大,因此建议采用GB/T 3512—2014《硫化橡胶或热塑性橡胶 热空气加速老化和耐热试验》进行制样和试验。

2 耐热输送带分类及特点

耐热输送带由上覆盖胶、骨架材料、边胶和下覆盖胶组成。

2.1 按照覆盖胶主体材料分类

按照覆盖胶主体材料分类,耐热输送带可分

为丁苯橡胶(SBR)耐热输送带和三元乙丙橡胶(EPDM)耐热输送带等。

2.1.1 SBR耐热输送带

SBR具有优良的耐热老化性能,因此耐热等级为T1和T2的耐热输送带覆盖胶主体材料通常采用SBR。但如果长时间输送高温物料,SBR耐热输送带会发生老化龟裂,严重时甚至出现掉块现象。

英国Fenner-Dunlop公司的Betahete耐热/耐磨输送带覆盖胶主体材料为SBR^[4],输送带使用温度为150℃,最高耐热温度为170℃。波兰某公司的耐热输送带涤锦帆布和锦纶帆布贴胶采用SBR^[5],胶料热老化后粘合强度高,输送带耐热温度不低于150℃。日本Bando化学工业公司^[6]耐热钢丝绳芯输送带芯胶采用SBR/NR(并用比为70/30)并用胶,老化前后胶料与钢丝绳的粘合强度分别为180和165 kN·m⁻¹。美国专利^[7]耐热钢丝绳芯输送带的接头胶采用SBR/NR(并用比为50/50)并用胶,胶料粘合性能良好。印度耐热输送带贴胶采用SBR/BIIR并用胶作为主体材料^[8],老化前后胶料与锦纶66帆布、涤锦帆布的粘合性能好。日本Yokohama 2110型耐热输送带^[9](覆盖胶主体材料包括SBR)适用于要求输送带表面温度为60~100℃的工况。

目前我国SBR耐热输送带在耐热输送带中所占的比例高达90%,在钢铁厂、水泥厂和氧化铝厂等广泛使用,这是因为SBR价格较低,加工工艺成熟、简便,SBR耐热输送带性价比较高。

2.1.2 EPDM耐热输送带

耐热等级为T2、T3和T4的耐热输送带覆盖胶主体材料通常采用EPDM。EPDM耐热输送带具有优良的耐热老化性能,不易发生龟裂。但如果表面温度长时间保持在60~100℃,EPDM耐热输送带会老化龟裂;表面温度长时间保持在150~300℃,EPDM耐热输送带会迅速一层层脱落,直到烧透。

英国Fenner-Dunlop公司^[4]的Betahete超耐热输送带覆盖胶主体材料采用EPDM,输送带使用温度为200℃,最高耐热温度为400℃。日本Bando化学工业公司^[6]耐热输送带覆盖胶主体材料有的单独采用EPDM EP-33,有的采用EPDM/

二元乙丙橡胶(EPM)/硅橡胶(并用比为1/1/1)并用胶、EPDM/硅橡胶(并用比为85/15)并用胶或EPDM/溴化丁基橡胶(并用比50/50)并用胶。日本Yokohama SUPER 100型耐热输送带^[9]适用于要求输送带表面温度为60~200℃的工况。

我国EPDM耐热输送带覆盖胶主体材料通常单独使用EPDM或采用EPM/EPDM并用胶,常用的EPDM品种为EPDM 4045和EPDM 501A^[10],EPDM K512/EPDM 4045/氯化聚乙烯CM-352L并用胶也可用作耐热输送带覆盖胶主体材料。

我国耐热输送带贴胶通常单独使用EPDM或者采用EPDM/NR/SBR并用^[11]。部分输送带企业用缓冲胶来解决EPDM贴胶与SBR覆盖胶的粘合问题,缓冲胶常采用EPDM/NR(SBR)(并用比为70/20或60/40)并用胶。国外耐热输送带覆盖胶和贴胶主体材料大多使用EPDM,这样覆盖胶与贴胶之间不需要使用缓冲胶过渡。

2.1.3 其他耐热输送带

英国Fenner-Dunlop公司的Betahete耐高温输送带^[4]覆盖胶主体材料选用丁基橡胶(IIR),输送带使用温度为180℃,最高耐热温度为220℃,同时具有良好的耐油性能和耐化学介质性能。美国常用NBR/CR并用胶生产耐热输送带,输送带耐热性能较好,成本较低。

2.2 按照骨架材料分类

按照骨架材料分类,耐热输送带可分为帆布耐热输送带、钢丝绳芯耐热输送带和钢丝网耐热输送带等,下面简介广泛使用的帆布耐热输送带和新型钢帘网耐热输送带情况。

2.2.1 帆布耐热输送带

涤锦帆布经向采用涤纶长丝,纬向采用锦纶66长丝,帆布强力高,受热尺寸稳定性好,变形小。涤锦帆布是耐热输送带的主要骨架材料,消费量较大,但是涤锦帆布耐屈挠性能不好,刚性大,物料温度高于175℃(输送带表面温度高于125℃)时,输送带可能出现起泡或脱层现象。

锦纶66帆布经向和纬向均选用锦纶66长丝,帆布耐屈挠性能、柔韧性和热稳定性较好,但是锦纶66帆布有一个致命的弱点,一旦输送带覆盖胶被烧透或脱落,锦纶66帆布会很快被烧穿,从而必须更换输送带。

涤棉帆布经向采用涤纶长丝和棉纱线,纬向选用棉纱线。虽然涤棉帆布强度不高,但是其尺寸稳定性和耐热性能好,使用广泛。

玻璃纤维帆布具有耐高温、隔热、尺寸稳定的特点,可承受538℃高温,但是其强度和耐屈挠性能较差,导致使用受限。

芳纶帆布具有强度和模量高、耐热性能好等优点,生产耐热输送带具有优势,但是其价格昂贵,因此很少使用芳纶帆布生产耐热输送带。

欧洲耐热输送带骨架材料主要使用涤锦帆布和玻璃纤维帆布,日本耐热输送带骨架材料主要使用涤锦帆布和锦纶帆布。美国固特异工程公司研制的Solar-shield耐热输送带骨架材料选用涤纶/锦纶/玻璃纤维编织物^[12],可承受204~538℃的高温。

我国耐热输送带用骨架材料主要使用涤锦帆布和涤棉帆布,二者所占的比例各为50%。

2.2.2 钢帘网耐热输送带

钢帘网主要分为SW和IW型钢帘网。SW型钢帘网经向为延伸帘线,纬向为单层或双层帘线,刚性大;IW型钢帘网经向为普通或中等延伸帘线,纬向为高延伸帘线,成槽性好。因钢网结构不容易被穿透,钢帘网耐热输送带整体耐热性能较好。

钢帘网耐热输送带在欧洲、日本常用于长距离的高温物料输送。

近10年来,我国有几个厂家进行了钢帘网耐热输送带的研制和推广。但是钢帘网耐热输送带主要有两个缺陷:接头时间长和漏料多。无论采取生接头还是熟接头都很麻烦,钢帘网耐热输送带均无法满足钢铁厂或水泥厂紧急抢修的要求;覆盖胶一旦被烧坏或脱落,整个输送线都会有物料撒漏,而且漏料过多还可能会引起设备故障。因此,目前我国钢帘网耐热输送带在生产现场的用量几乎为零。

3 耐热输送带质量和使用效果

3.1 合格率

为了了解耐热输送带的质量和 application 情况,笔者所在的课题组考察了国内钢铁、水泥、氧化铝、化工等行业多家企业,抽取国内外耐热输送带进

行质量检测。

抽检结果如下。(1)覆盖胶主体材料为SBR、骨架材料采用涤锦帆布或涤棉帆布、耐热等级为T1的耐热输送带合格率接近100%。(2)覆盖胶主体材料为SBR,骨架材料采用涤锦帆布、锦纶帆布或涤棉帆布,耐热等级为T2的耐热输送带性能难以达到国家标准要求,合格率为0;覆盖胶主体材料为EPDM,骨架材料采用涤锦帆布、锦纶帆布或涤棉帆布,耐热等级为T2的耐热输送带总体合格率接近50%。(3)覆盖胶主体材料为EPDM,骨架材料采用涤锦帆布、锦纶帆布或涤棉帆布,耐热等级为T3的耐热输送带合格率接近10%。(4)覆盖胶主体材料为EPDM,骨架材料选用涤锦帆布、锦纶帆布或涤棉帆布,耐热等级为T4的耐热输送带合格率接近0%。

可以看出,目前市场上的耐热输送带很少能够达到真正达到GB/T 20021—2005中T3及T4耐热等级输送带的要求。

3.2 使用寿命

耐热输送带的使用寿命在国内输送带市场上是争议较大的问题,其主要原因是GB/T 20021—2005规定产品的质量保证期为1年,而耐热输送带的使用寿命常常不足1年,因此用户与耐热输送带生产企业经常因为质量保证期和使用寿命发生争议。其实二者是两个不同的概念。产品质量保证

期为1年是标准规定的使用期限,而使用寿命受现场使用条件等多种因素影响,是一个变量,可以通过用户与生产企业协商解决。

本课题组多年跟踪调研国内外耐热输送带在钢铁、水泥、氧化铝和化工等行业中的使用情况,统计结果列于表3。

表3表明:耐热等级为T1和T2的耐热输送带因输送带材料和结构不同,输送带的使用寿命差别较大;耐热等级为T3和T4的耐热输送带在高温环境下的使用寿命较短(一般为3~30 d),其中EPDM耐热输送带在高温环境下的使用寿命仅为3~7 d;耐热等级为T4的EPDM耐热输送带用于输送较低温度物料时,使用寿命明显较长;输送物料温度超过175℃,骨架材料采用涤锦帆布的耐热输送带带有起泡和脱层的可能;物料温度超过300℃,EPDM耐热输送带覆盖胶和骨架帆布易被逐层烧透而需要更换,因此EPDM耐热输送带适用于输送物料温度低于300℃的物料;覆盖胶主体材料采用SBR、骨架材料采用涤锦帆布的耐热输送带适用于输送任何温度区间的物料,只是输送带使用寿命有所不同。

4 结语

根据目前的生产技术条件(生胶、配合剂、骨架材料、配方、工艺、设备),耐热输送带达到T3及

表3 耐热输送带使用寿命情况

项 目	耐热等级							
	T1	T1	T1	T2	T2	T2	T2	T3
覆盖胶主体材料	SBR	SBR	SBR	SBR	SBR	SBR	SBR	SBR
骨架材料	涤棉帆布	涤锦帆布	涤棉帆布	涤锦帆布	涤棉帆布	涤锦帆布	涤锦帆布	涤棉帆布
输送物料	水泥	烧结矿	水泥	水泥	水泥	水泥	烧结矿	烧结矿
物料温度/℃	77~280	100~160	135~143	135~143	50~123	150~166	185~251	338~500
输送带表面温度/℃	45~88	60~80	90~104	90~104	50~113	116~121	42~110	130~230
使用寿命/d	61	153	183	183	183	31	0.3~31	10~20
输送带更换原因	龟裂	龟裂	龟裂	龟裂	龟裂	龟裂	起泡、脱层	龟裂

项 目	耐热等级							
	T3	T3	T3	T4	T4	T4	T4	T4
覆盖胶主体材料	SBR	SBR	EPDM	SBR	EPDM	SBR	EPDM	EPDM
骨架材料	涤棉帆布	涤锦帆布	锦纶帆布	涤锦帆布	锦纶帆布	涤棉帆布	锦纶帆布	锦纶帆布
输送物料	烧结矿	烧结矿	烧结矿	烧结矿	烧结矿	烧结矿	烧结矿	氧化铝
物料温度/℃	80~280	85~380	135~492	200~500	300~500	230~500	70~465	101~150
输送带表面温度/℃	60~130	60~180	60~210	130~230	130~230	130~230	30~110	90~112
使用寿命/d	31	0.5~30	3~5	10	3~5	24	30~510	360~1 095
输送带更换原因	龟裂	龟裂、脱层	烧透	龟裂、脱层	烧透	龟裂	磨损严重	磨损严重

T4耐热等级是比较困难的,也就是说国内外很少企业生产的耐热输送带能够达到耐热温度不低于150℃的要求。耐热输送带性能即使达到标准指标要求,覆盖胶在高温条件下也会很快失去粘弹性,输送带使用寿命仍较短。因此输送带标准指标高并不能完全代表输送带生产技术高或产品质量好,标准制定需要考虑生产技术水平和使用成本。

国外耐热输送带覆盖胶配方和骨架材料研究成果较多,国内耐热输送带企业需要加快产品研发进度。原材料和生产技术升级依然是耐热输送带行业今后的主要课题。

国外耐热输送带的使用状况比较乐观。与国外相比,国内的钢铁厂、水泥厂、氧化铝厂、化工厂的设备比较落后,产能较低,没有足够的空间、时间和措施使物料充分降温,导致国内耐热输送带的使用寿命较短。因此,如何降低输送物料的温度也是提高我国耐热输送带使用寿命的一个重要课题。

参考文献:

- [1] Anon. Contiflex VULKAN Textile Conveyor Belts for Hot Goods[R]. Germany:Contitech Transportbandsysteme GmbH,2004.
- [2] 谢艳霞,司元岭,宗志敏,等.国内外耐高温输送带的研究与开发[J].世界橡胶工业,2013,40(11):18-25.
- [3] 旷荣南.关于GB/T 20021—2005帆布芯耐热输送带标准中耐热老化性能试验方法的探讨[J].世界橡胶工业,2014,41(8):51-55.
- [4] Anon. Heat Resistant Conveyor Belt[EB/OL]. <http://www.dunlopconveyorbelting.com/textile-belting/heat-resistant-conveyor-belt>.
- [5] Schwann A, Baumgart T, Olak W. Heat-resistant Rubber Textile Conveyor Belt[P]. POL:PL 151 922,1990-10-31.
- [6] Bando Chemical Industries Ltd. Heat Resistant Conveyor Belts[P]. JPN:JP 5 889 506,1983-05-27.
- [7] Knapp H, Schanz G, Hansel R, et al. Heat-resistant Conveyor Belt[P]. USA:USP 3 596 753,1971-08-03.
- [8] Sarkar P P, Ghosh S K, Gupta B R, et al. Studies on Adhesion between Rubber and Fabric and Rubber and Rubber in Heat Resistant Conveyor Belt[J]. International Journal of Adhesion and Adhesives, 1989,9(1):26-32.
- [9] Anon. Yokohama Heat-resistant Conveyor Belts[R]. Shandong: Shandong Yokohama Rubber Industrial Products Co., Ltd,2008.
- [10] 张绍芬,王久模,谭海生. EPDM/CM耐高温输送带覆盖胶配方探讨[J].弹性体,2008,16(4):46-52.
- [11] 项早辉. EPDM涤锦帆布芯耐高温输送带的研制[J].橡胶工业,1998,45(3):164-165.
- [12] 谢艳霞. Veyance公司输送带产品及技术介绍[A]. 2009年中国橡胶工业协会胶管胶带分会会议,北京:2009:201-242.

收稿日期:2017-07-16

Overview of Heat Resistant Rubber Conveyor Belt

ZHOU Yi,ZHOU Yingzhi

(Shandong Yokohama Rubber Products Co., Ltd, Weifang 262610, China)

Abstract: The standards, classification, quality and application of heat-resistant rubber conveyor belt at home and abroad were introduced. The classifications of the heat-resistant grade for the heat-resistant rubber conveyor belt in domestic and foreign belt standards were different. Few conveyor belts could reach the heat-resistant temperature requirements of exceeding 150℃. Styrene butadiene rubber (SBR) and ethylene propylene diene rubber (EPDM) were the main rubbers used in the cover compound of heat-resistant conveyor belts. Polyester and cotton canvas, polyester and nylon canvas and nylon canvas were the main skeleton materials. Due to the difference in material, structure and working condition, the service life of the conveyor belts varied greatly. When the temperature of materials to be transported exceeding 175℃, the conveyor belts with the skeleton material of polyester and nylon canvas tended to blister and delaminate. EPDM heat-resistant conveyor belts were suitable for conveying materials below 300℃. The heat-resistant conveyor belts using SBR cover and polyester and cotton canvas skeleton materials was suitable for conveying materials in a wide temperature range.

Key words: heat-resistant conveyor belt; cover compound; canvas; butyl rubber; ethylene propylene diene rubber