

钢塑土工格栅拉伸强度测试中夹持方法的研究

戚晶磊

(上海勘测设计研究院有限公司, 上海 200434)

摘要: 本文针对目前钢塑土工格栅测试中遇到的试样难夹持、试样易滑脱、试样夹持段内破坏、难得到极限强度等难题, 通过对夹持的原理进行分析, 结合检测经验, 提出两种有效的检测方法: 缠绕夹具法和环氧树脂法。并对两种测试结果和理论极限拉伸强度进行统计分析, 得出简便易行且准确的钢塑土工格栅测试的方法。

关键词: 钢塑土工格栅; 测试标准; 夹持机理; 缠绕夹具法; 环氧树脂法; 极限拉伸强度

中图分类号: TU41

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2020) 07—0158—03

1 概述

钢塑土工格栅是土工格栅中的一种高强度产品, 它是用高强钢丝 (或其它纤维), 经过特殊处理, 并添加其它的助剂与聚乙烯 (PE) 或聚丙烯 (PP) 材料复合, 通过挤出成为表面有粗糙压纹的复合型高强抗拉条带, 即为钢塑加筋土工带。然后将钢塑加筋土工带的纵、横向, 按一定间距编织或夹合排列, 采用特殊强化粘接的熔焊技术 (超声焊接技术), 焊接其交接点成型, 即为钢塑土工格栅, 见图 1、图 2。在钢塑土工格栅纵向和横向肋条协调作用下, 在低应变下能产生极高的拉伸模量, 充分发挥了格栅对土体的嵌锁作用。钢塑土工格栅是现有刚性材料 (扁钢带、带肋钢带、镀锌钢带、不锈钢钢带、钢筋混凝土带等) 和柔筋材料 (聚丙烯条带、塑料土工格栅、经编格栅等) 的综合性材料。

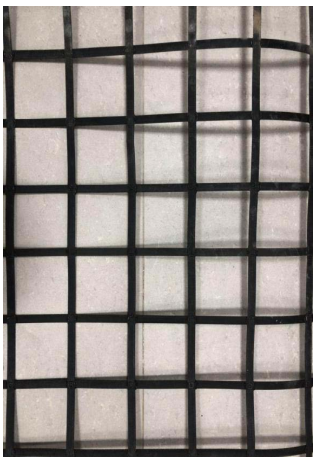


图 1 钢塑土工格栅



图 2 钢塑土工格栅断面

与传统塑料土工格栅相比, 钢塑土工格栅具有以下优点:

(1) 钢塑土工格栅的拉力由纵向、横向编织的高强钢丝承担, 钢丝与外包裹层能协调作用, 破坏伸长率低、强度高、变形小、蠕变小;

(2) 钢塑土工格栅耐腐蚀、寿命长; 钢塑土工格栅以聚乙烯 (PE) 或聚丙烯 (PP) 材料为保护层, 再辅各种助剂使其具有抗老化、抗氧化性能, 可耐酸、

碱、盐等恶劣环境的腐蚀。因此, 钢塑土工格栅可以满足各类永久性工程 100 年以上的使用需求, 且性能优, 尺寸稳定性好。

(3) 通过生产过程中对塑料表面的处理, 压制有粗糙的花纹, 以增强格栅表面的粗糙程度, 提高钢塑土工格栅与土体的摩擦系数。

(4) 施工方便快捷、周期短、成本低; 钢塑土工格栅铺设、搭接、定位容易且平整, 避免了重叠交叉, 可有效地缩短工程周期。

钢塑土工格栅可广泛地应用于道路工程、铁路工程、支挡结构和堤坝工程、水利工程、隧道工程的加固与加强; 它对抗车辙、防止路面的开裂等, 都具有显著的保障效果及良好的社会经济效益。

2 现行钢塑土工格栅拉伸强度的测试方法

钢塑土工格栅因其各项性能指标均高于现行国标 GB/T 17689—2008《土工合成材料 塑料土工格栅》, 同时其工作性状并不等同于钢塑土工加筋带, 目前并没有针对性的产品标准和测试标准。

钢塑土工格栅的拉伸强度和伸长率的测定一般参照 GB/T 17689—2008《土工合成材料 塑料土工格栅》、SL 235—2012《土工合成材料测试规程 土工格栅拉伸试验》以及 JTG E50—2006《公路工程土工合成材料试验规程 条带拉伸试验》。但标准中未对钢塑格栅的夹持方式进行有效说明, 实际测试中易出现试样难夹持、试样易滑脱、试样夹持段内破坏、难得到极限拉伸强度等问题。钢塑土工格栅的产品标准可以参照 JT/T 517—2004《公路土工合成材料 土工加筋带》, 见表 1。

表 1 钢塑土工加筋带的技术参数

项目	规格 (GSLD)				
	7	9	12	22	30
每根的断裂拉力, kN	≥ 7	≥ 9	≥ 12	≥ 22	≥ 30
断裂伸长率, %	≤ 3				

3 常规拉力试验机的夹具特性

拉力试验机的夹具一般有平面摩擦型夹具和凹凸咬合型夹具。平面摩擦型夹具依靠夹具夹紧后的平面摩擦

力对试样进行固定，适用于刚度大或脆性的材料。试验中如出现打滑现象，需对夹持面进行增加摩擦力的处理，脆性材料在试验中如出现夹持段内破坏，需对夹持处增加衬垫进行保护。凹凸咬合型夹具的夹持力大，在拉伸过程中不易发生试样从夹具中滑脱的现象，适用于柔性的高强材料。

钢塑土工格栅强度很大，单肋强度可以达到 30kN 以上，对于钢塑土工格栅这种强度很高且具有一定刚性的材料需要很高的夹持力。由于钢塑土工格栅采用的是内部钢丝与外部包裹层（聚乙烯或聚丙烯）复合的特性，在测试过程中平面摩擦型夹具容易发生内部钢丝与外部包裹层出现滑脱的情况。咬合型夹具可以满足夹持要求而不发生内部钢丝与外部包裹层的滑脱，但夹具的凹凸夹齿与条带之间的咬合处承受很大的集中应力，使得钢丝未达到极限强度时，就在咬合处发生断裂。

4 拉力试验机的夹持机理

夹持的机理类似于钢筋与混凝土的锚固原理，在试样两侧施加一定的法向压力，通过夹具与试样间的摩擦力或咬合力固定试样，当试样受拉时，夹具下端试样拉应力最先达到最大值，然后逐渐沿夹持段往上逐渐减小，试样应力分布如图 3 所示：

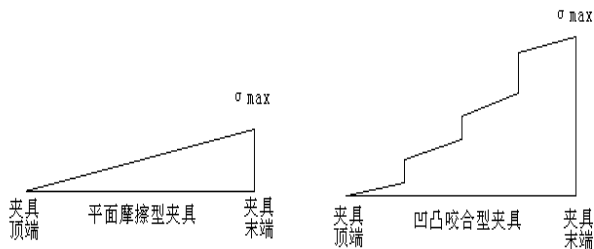


图 3 试样应力分布图

5 改进型测试方法

如果要测得试样的极限拉伸强度，就需要保证试样内部钢丝与外部包裹层不出现滑动的同时，不削弱试样自身的强度，也就是必须使试样在夹持影响段外断裂。由于平面摩擦型夹具在夹持拉伸过程中试样内部钢丝与外部包裹层会出现滑动，而凹凸咬合型夹具易在试样与夹齿咬合处产生应力集中，很大程度上削弱了材料的拉伸强度，所以需要寻找一种更合理的夹持方式。

根据夹具夹持原理，只要能使夹具夹持末端试样应力达到 σ_{max} （试样极限拉伸强度），夹持段内应力均小于 σ_{max} ，试样就不会在夹持段内破坏。要使试样能够达到极限拉伸强度 σ_{max} ，可以通过：①增加夹持面长度；②增加试样内部钢丝与夹持面之间的摩擦力，避免只夹持试样外部包裹层而造成内部钢丝的滑脱。我们经过多次的尝试和分析对比，总结两种有效的处理方法：①缠绕夹具法；②环氧树脂法。

5.1 缠绕夹具法

缠绕夹具法的基本原理类似于延长夹具，将钢塑土工格栅垂直于受拉肋条方向的焊接肋条，小心地剥离，尽量保证受拉肋条表层的完整，然后将肋条两端分别在特制的夹具上，按一定方式缠绕固定。通过肋条与肋条之间、肋条与支承轴之间的摩擦力，以及肋条末端产生的自锁，将试样锚固。试样缠绕之后，摩擦面大大增加，同时通过一定的缠绕方式，试样末端可以形成自锁，极大地增加了锚固力。这样处理之后，夹持力得到了很大的提高，同时夹持段内应力分布较为均匀，很大程度上减小了应力集中，避免了格栅未达到极限峰值力时就在夹持段内断裂，见图 3。

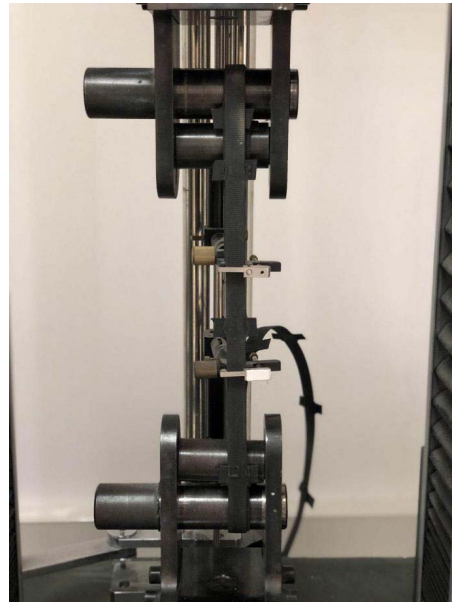


图 3 缠绕夹具法

5.2 环氧树脂法

环氧树脂法是通过第二种方式即增加试样内部钢丝与夹持面之间的摩擦力，避免只夹持试样外部包裹层而造成的滑脱。方法是肋条两端靠中间一定长度内的表面剥离，保持钢丝原有排列。然后将钢丝置入特制模具内，倒入按一定比例配好的环氧树脂，放置一段时间，让其与钢丝粘结固化。最后用平面摩擦型夹具夹持住肋条两端环氧树脂段，拉伸至破坏。这种方法是用摩擦系数较大且具有一定柔度的环氧树脂替换掉原有摩擦系数较小的外部包裹层。由于环氧树脂本身固化过程中，与钢丝表面产生的化学粘结力，同时产生较大的握裹力，也一定程度增加了环氧树脂与钢丝之间的摩擦力，从而避免拉伸过程中钢丝与环氧树脂发生滑脱。

6 改进型测试方法的测试结果

由于在实际的使用过程中以及测试过程中钢塑土工格栅内的钢丝束不可能同时拉断，所以实际测得的钢塑土工格栅单肋的强度要小于每根钢丝断裂强度的总

表2 不同测试方法下的钢塑土工格栅强度及比值表

钢塑土工格栅规格	试样编号	钢丝平均强度(钢丝数) / 伸长率	缠绕夹具法 / 伸长率	环氧树脂法 / 伸长率	缠绕夹具法与理论强度比值	环氧树脂法与理论强度比值
7kN	1	798 (10) / 2.1%	7394/2.1%	7637/2.1%	0.927	0.957
	2	801 (10) / 2.2%	7485/2.3%	7553/2.1%	0.934	0.943
	3	795 (10) / 1.9%	7584/2.0%	7445/2.0%	0.954	0.937
	4	789 (10) / 2.0%	7361/2.1%	7472/2.0%	0.933	0.947
	5	792 (10) / 2.1%	7627/2.1%	7587/2.2%	0.963	0.958
平均值		795/2.06%	7490/2.12%	7539/2.08%	0.942	0.948
12kN	1	960 (15) / 2.0%	13306/2.2%	13550/2.1%	0.924	0.941
	2	956 (15) / 1.8%	13408/2.0%	13422/1.9%	0.935	0.936
	3	958 (15) / 1.9%	13565/2.0%	13580/1.9%	0.944	0.945
	4	971 (15) / 2.0%	13633/2.1%	13575/2.0%	0.936	0.932
	5	963 (15) / 2.0%	13318/2.3%	13391/2.1%	0.922	0.927
平均值		962/1.94%	13446/2.14%	13504/2.0%	0.932	0.936
30kN	1	1757 (20) /1.7%	30888/1.7%	32434/1.8%	0.879	0.923
	2	1760 (20) /1.6%	32349/1.8%	32560/1.7%	0.919	0.925
	3	1749 (20) /1.6%	31692/1.7%	32671/1.6%	0.906	0.934
	4	1706 (20) /1.8%	31117/1.8%	31356/1.8%	0.912	0.919
	5	1759 (20) /1.7%	32119/1.8%	32682/1.8%	0.913	0.929
平均值		1746/1.7%	31633/1.76%	32341/1.74%	0.906	0.926

和（理论强度值）。现选取单肋强度为7kN、12kN、30kN三种不同规格的钢塑土工格栅，每一种规格取五条单肋，每条单肋分为3段，分别测量单丝强度、缠绕夹具法单肋强度、环氧树脂法单肋强度。将钢塑土工格栅单肋钢丝的平均强度和两种不同处理方法所测得单肋强度比较，见表2。

7 结语

由以上数据对比表可以得出以下结论：

（1）对于各种规格的钢塑土工格栅，缠绕夹具法和环氧树脂法均能达到理论值的90%以上，尤其是对于单肋强度低的规格均接近95%。

（2）两种方法测得的断裂伸长率均比单根钢丝的断裂伸长率略大。

（3）对于规格为7kN和规格为12kN的钢塑土工格栅，两种测试方法所得结果较为接近，但规格为30kN的钢塑土工格栅，环氧树脂法测试结果更好，缠绕夹具法测试结果与理论值相差较远。

由试验证明，缠绕夹具法和环氧树脂法在钢塑土工

格栅拉伸强度测试中均能在保证试样内部钢丝与外部包裹层不出现滑动的同时，不削弱试样自身的强度，准确测得极限拉伸强度值。考虑到环氧树脂法需要等待环氧树脂固化，测试周期比较长，而缠绕夹具法测试操作简便且效率高，因此在测试强度较低的钢塑土工格栅时可以优先采用缠绕夹具法，测试强度较高的钢塑土工格栅时可以采用环氧树脂法。

参考文献：

- [1] GB/T 17689—2008,《土工合成材料 塑料土工格栅》[S].
- [2] SL 235—2012,《土工合成材料测试规程 土工格栅拉伸试验》[S].
- [3] JTG E50—2006,《公路工程土工合成材料试验规程 条带拉伸试验》[S].
- [4] JT/T 517—2004,《公路土工合成材料 土工加筋带》[S].