

# Experimental Study on Plastic Blind Ditch Used for Subgrade Drainage

Bin Liu<sup>1</sup>, Gaojie Du<sup>2</sup>

Zunyi Highway Administration Bureau of Guizhou Province, Zunyi, 563000, China  
School of Civil Engineering, Chongqing Jiaotong University, Chongqing, 400074, China

**Abstract:** In recent years, the research of plastic blind ditch replacing gravel blind ditch has gradually sprung up. Plastic blind ditch is a new type of composite geotechnical drainage material, which overcomes the shortcomings of traditional gravel blind ditch. At present, a large number of experimental studies have been done on the properties of plastic blind ditch materials, but there is little research on the actual road performance. To solve this problem, this paper tests the drainage effect and bearing capacity of different types and models of plastic blind ditches under different conditions, and analyzes and evaluates their actual road performance.

**Keywords:** Mountain roads; Drainage facilities; Plastic blind ditch; Drainage test; Compression deformation experiment

## 塑料盲沟用于路基排水的实验研究

刘斌<sup>1</sup>, 杜高杰<sup>2</sup>

<sup>1</sup>贵州省遵义公路管理局, 遵义市, 563000, 中国

<sup>2</sup>重庆交通大学土木工程学院, 重庆市, 400074, 中国

**摘要:**近年来, 逐渐兴起塑料盲沟取代碎石盲沟的研究, 塑料盲沟是一种新型的复合土工排水材料, 它克服了传统碎石盲沟的缺点。目前对塑料盲沟材料的各项性能做了大量试验研究, 对于实际的路用性能的研究却很少。针对这一问题, 本文对不同类型和型号的塑料盲沟在不同条件下的排水效果以及承压能力进行试验, 并对其实际路用性能进行了分析评估。

**关键词:** 山区公路; 排水设施; 塑料盲沟; 排水实验; 压缩变形实验

### 1 引言

山区公路多为半填半挖式路基, 降雨易通过渗透的方式从边坡或路面渗流进路基, 造成路基含水量增大, 导致路基湿润软化, 路基强度降低, 严重时还会造成水毁现象<sup>[1]</sup>。因此, 排除路基范围内多余的水分是保证路基稳定性的必要条件。盲沟是道路工程地下排水系统中的一种重要结构形式, 长期以来工程中多采用碎石盲沟, 但是碎石盲沟工艺繁琐, 施工质量难以控制。塑料盲沟是一种新型材料, 它由塑料芯体和外包土工布滤膜两种材料构成, 塑料芯体以聚丙烯(PP)、聚乙烯(PE)为主要原料, 经过配方改性, 由挤塑机挤压出细的塑料丝束, 再由成型装置将塑料丝打乱并在结点上熔接, 形成丝瓜络式的结构。目前芯体的截面形式有5种: 多孔矩形、单中空矩形、双中空矩形、多孔圆形和中空圆形。它具有结构简单、

工程投资少、施工方便、耐久性好、抗老化性强、适应地基变形能力强等优点。新材料能够解决工程的很多难题, 其在工程中的应用会越来越广泛。塑料盲沟的这些特点, 使之比碎石盲沟在排水中能发挥更好的作用<sup>[2,3]</sup>。因此, 本文根据不同的降雨强度进行人工模拟雨水渗流, 对不同类型和型号的塑料盲沟在不同条件下的排水效果进行分析和评估。

塑料盲沟是埋置在地下或土体等结构层内部进行工作的, 所以要求塑料盲沟具有一定的弹性, 承受荷载不能发生破坏。塑料盲沟压缩变形试验就是力求通过室内试验结果来寻求塑料盲沟的压缩变形量与压缩强度的关系, 找出不同类型和型号的塑料盲沟的承压能力, 进而得出哪种类型的塑料盲沟更适合应用于路基排水。

### 2 排水实验

2.1 实验设备和材料

塑料试验箱（规格为宽 123cm，长 206cm，高

65cm）；塑料水箱（规格为 200L）；塑料盲沟各型号如下表所示：

Table 1. Model and size of plastic blind ditch  
表 1. 塑料盲沟型号尺寸

类型	编号	尺寸		空隙率%
中空圆形	①	50×10	(外径×壁厚)	85
	②	100×18		85
	③	150×35		85
多孔矩形	④	150×15	(宽度×壁厚)	≥92
	⑤	200×25		≥92
	⑥	200×60		≥92
碎石 (对照组)	⑦	150mm	碎石	

2.2 实验设计

本实验选用 6 中不同类型和型号的塑料盲沟，设置了 4 种坡度（2°、4°、6°、8°），根据国家气象局规定的雨量标准，每种坡度下用 44、88 和 140mm<sup>3</sup> 种降雨量，分别模拟自然界中的大雨、暴雨和大暴雨，根据计算，将其换算成一定体积的渗水，进行模拟雨水渗入。为了便于数据直观，依然用降雨量大小表示。模拟土层厚度为 35cm，实验所用土壤为与路基用土相同的碎石土。

2.3 实验过程

按实验设计选择一条相应型号的塑料盲沟，外均裹上土工布，将其顺坡铺设在底部的中间位置并加以固定，塑料盲沟下端接排水管，排水管接测量排水量的水桶；调整好坡度，将土壤装入塑料实验箱内夯实成型，按要求设定好水量，雨水渗流开始后，统计过程中各排水管开始排水的时间和排水量；结束后，测定各时间段内塑料盲沟的排水量。

2.4 数据计算与处理

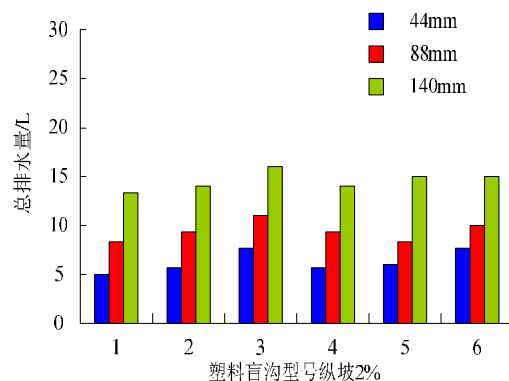
本试验选取总排水量和排水效率这两个指标对各塑料盲沟在不同水量下的排水效果进行分析。总排水量是指从雨水渗流开始到结束后 36 小时内塑料盲沟所排出的总水量；排水效率指塑料盲沟的排水总量与补给水量之比；此外，通过试验过程中排水量、结束后 36h 内排水量、总排水量这 3 个指标来评估塑料盲沟在不同坡度下的排水效果。试验过程中排水量指从雨水渗流开始到结束这段时间塑料盲沟排出的水量；结束后 36h 内排水量指结束雨水渗流后的 36h 这段时

内塑料盲沟排出的水量；而总排水量指两者之和。最后，用 SPSS, EXCEI 等统计软件对实验数据进行分析和处理。

2.5 结果与分析

2.5.1 不同雨量下的排水效果

从图 1、图 2 可以看出，在每个坡度下，各塑料盲沟的总排水量和雨量都呈显著的正相关，即随着降雨量的增大，塑料盲沟排出的水量也越多。这是由于降雨量越大，入渗的雨量越多，所以排出的水量也相应增多。而各坡度下塑料盲沟的排水效率则都与降雨量呈显著的反相关。这说明随着雨量的增大，排水效率逐渐降低。这主要是由两方面的因素造成的：一是雨量越大，土壤越易达到饱和，随之雨水的入渗率也会降低，因此塑料盲沟的排水量会相应减少；二是塑料盲沟的排水速率有一定的阈值，达到这个阈值后，排水速率就不再随着雨量的增大而增加，这也导致排水效率的降低。



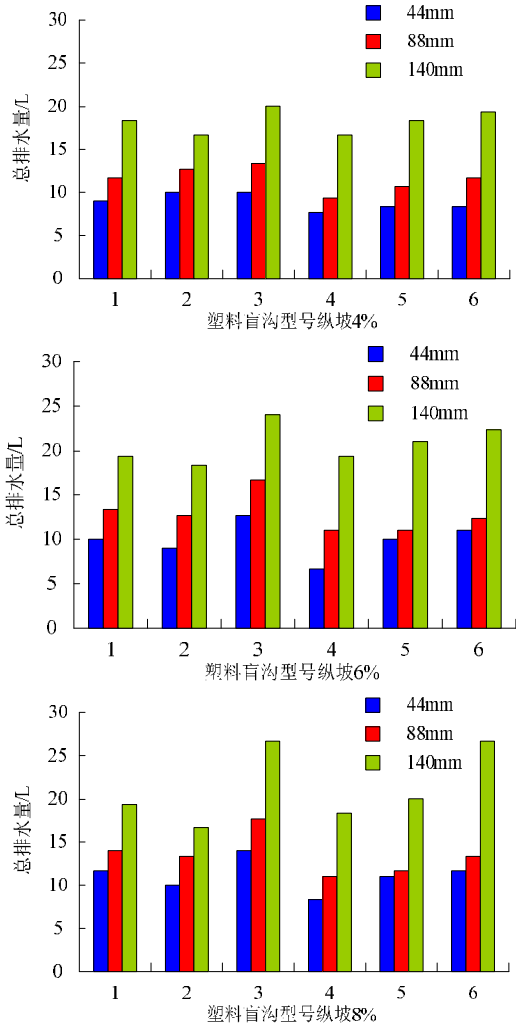


Figure 1. Variation of total drainage of plastic blind ditch under each slope

图 1. 各坡度下塑料盲沟总排水量变化

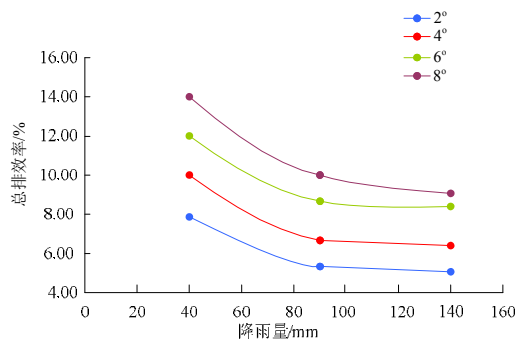


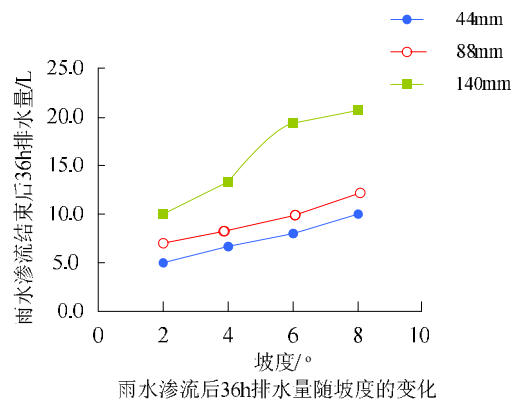
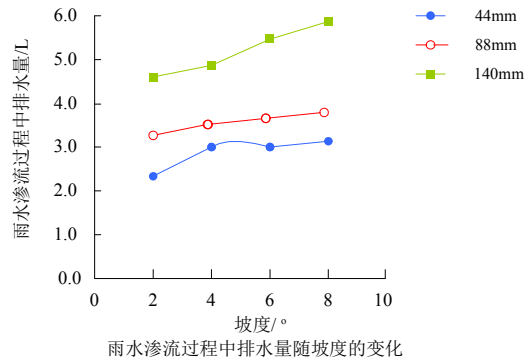
Figure 2. Change of drainage efficiency of plastic blind ditch under each slope

图 2. 各坡度下塑料盲沟排水效率变化

上述结果表明，在不同强度的降雨下，塑料盲沟的排水效果不同，随雨量的增大，排水量也有所增加，但排水效率会有一定程度的下降。需要指出的是，本实验模拟降雨强度为大雨至大暴雨，而自然界中发生这种大强度降雨的概率相对较低，更多的是中等强度的降雨，在这种情况下塑料盲沟的排水效率较高，会发挥出很好的排水效果。

### 2.5.2 不同坡度下的排水效果

为了考查塑料盲沟在不同坡度下的排水效果，根据工程实际实验中设置了4个坡度：2°、4°、6°、8°。各个阶段的排水量呈现了如图3所示的变化趋势：



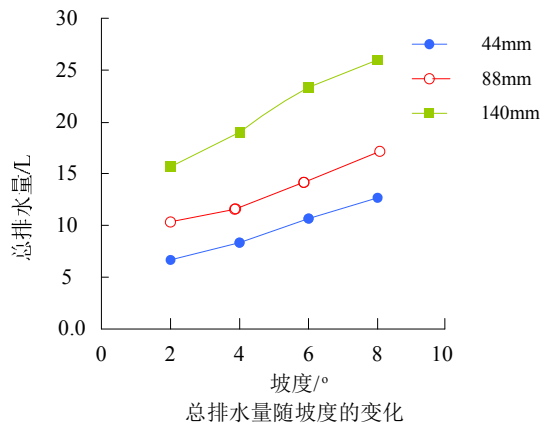


Figure 3. Variation of drainage with slope under each rainfall  
图 3. 各降雨量下排水量随坡度的变化

在雨水渗流过程中排水量并没有呈现出随坡度明显增加的规律，增幅较小；

在雨水渗流结束后，随着坡度的增大，结束后36h内的排水量逐渐增多，增幅较大；

总排水量是上述两个阶段排水量之和，随着坡度的增加，总排水量也逐渐增多。坡度对排水量的影响主要体现为随坡度增大，在重力的作用下，塑料盲沟的导水速率会增大。通过以上的分析可以看到，坡度越大塑料盲沟的排水效果也会越佳。所以在工程实际中，单根盲沟的坡度可以设置大一些，以增进塑料盲沟的排水效果，若需要搭接其他支盲沟，考虑到其他盲沟的纵坡和埋设深度的要求，可以将盲沟的纵坡设置小一些，以2~4%为宜。

### 2.5.3 不同类型和型号塑料盲沟的排水效果

为了研究不同类型和型号塑料盲沟的排水效果，以便选择出最适合于路基排水的型号，本实验对6种不同的塑料盲沟排水效果进行分析，其结果如图4所示。

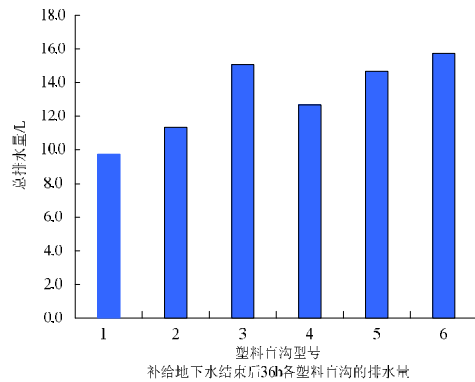
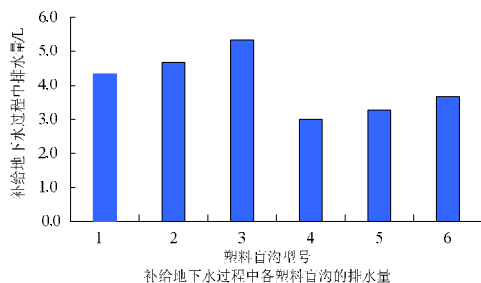


Figure 4. Drainage effect of each plastic blind ditch  
图 4. 各塑料盲沟排水效果

从图4可见，两种类型塑料盲沟（中空圆形、多孔矩形）的排水量随盲沟型号的大小而呈现出一定规律的升降变化：

整体上，两种类型的塑料盲沟都是随着型号的增大，排水效果也相对越好。这是由于型号越大，表面积越大，越有利于吸收和排出土层中的水分；

在降雨过程中中空圆形塑料盲沟的排水量较多，而在降雨结束后36h内排水量上多孔矩形塑料盲沟排水更多。其原因可解释如下：雨水由土层表面逐渐向下渗透，由于中空圆形塑料盲沟在截面上的垂直高度高于多孔矩形塑料盲沟，因此较先接触到入渗的雨水，开始排水的时间较早，相应的在一定时间的降雨过程中排出的水量也多；而多孔矩形塑料盲沟与土壤的接触面积相对较大，因此在降雨结束后比中空圆形塑料盲沟的排水效果更好；

在总排水量上两种类型塑料盲沟的排水量差不多，中空圆形塑料盲沟稍高于多孔矩形塑料盲沟。

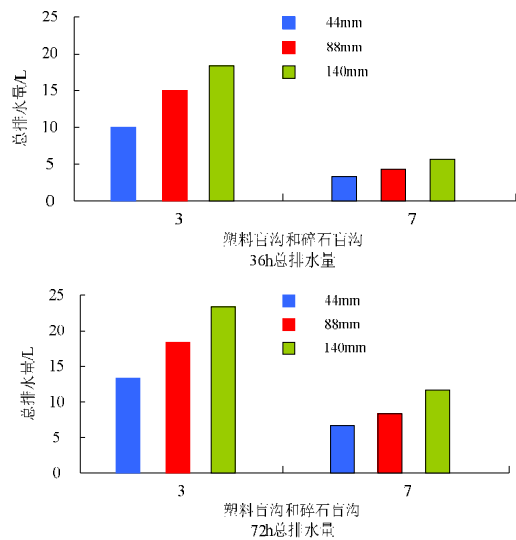


Figure 5. Drainage effect of plastic blind ditch and gravel blind ditch

图 5. 塑料盲沟和碎石盲沟排水效果

为了研究新型塑料盲沟与传统碎石盲沟的排水效率，本次实验增加了一组同等截面积的塑料盲沟和碎石盲沟的实验，对 2 种不同的盲沟 36h 和 72h 的排水效果进行了分析。结果表明：36h 内塑料盲沟的总排水量明显高于碎石盲沟，72h 内虽然碎石盲沟的排水量有所增加，但是依然只有塑料盲沟的总排水量的一半，所以在同等情况下，塑料盲沟的排水效率更高，能更快地将路基范围内的水排出路基。

综上所述，两种类型塑料盲沟的总体排水效果区别并不大，可根据需要进行选择。对路基排水要求较高，需要排除大量地下水的情况下，尽量选择较大型号的，能快速地排除地下水保持路基的干燥，对于地下水不是很丰富的地方，可以选择较小型号的盲沟，节省工程成本。

### 3 压缩变形实验

塑料盲沟材料压缩变形试验的加荷方式对矩形塑料盲沟材料，直接在垂直方向加压，对中空圆形盲沟材料，将一半径相吻合的钢圈套上后再加压。

本次试验测试了 2 种截面积相当的塑料盲沟材料截面尺寸变形量随受荷的变化规律。图 6 绘制了矩形盲沟材料和中空圆形塑料盲沟压缩应变与加荷压强的关系曲线。通过以上 2 种塑料盲沟材料的压缩变形试验表明，塑料盲沟材料能够承受一定的荷载作用，但当荷载达到一定程度（接近屈服强度）后，其变形量

还是很明显的。在同等荷载条件下，中空圆形塑料盲沟的变形量比矩形塑料盲沟的变形量稍小，主要原因是塑料盲沟的压缩荷载与变形的关系与原材料、塑料丝的粗细、空隙率等有关，当塑料盲沟的丝束密集时，即空隙率越小则耐压性能越好。但无论塑料盲沟材料断面形状如何，其空隙率的减小量都很小。当压力卸去以后，塑料盲沟基本上恢复原来形状，塑料盲沟呈立体网状结构，可以承受各个方向的压力，不会像软式透水管因压力不垂直轴线而出现倒伏、压扁现象。

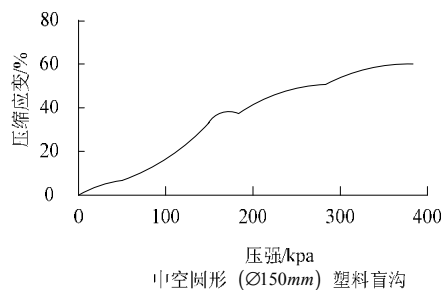
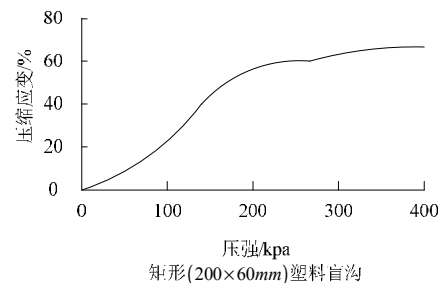


Figure 6. Compression strain pressure curve of plastic blind ditch material

图 6. 塑料盲沟材料压缩应变-压强关系曲线

由于塑料盲沟材料的截面面积对其排水能力起着关键的作用，因此对应用于实际工程的塑料盲沟必须考虑塑料盲沟材料在荷载作用下变形对实际排水能力的影响确保塑料盲沟材料足够的抗压变形能力就可以确保其排水能力不致减小过多。因此，通过试验证明，中空圆形更适合应用于路基下排水。

### 4 结论

随着雨强的增加，排水效率会有所下降；随着坡度的增加，排水效果上升。因此，在中等强度的降雨，塑料盲沟会发挥良好的排水效果，单根盲沟的坡度可以设置大一些，以增进塑料盲沟的排水效果，若需要搭接其他支盲沟，考虑到其他盲沟的纵坡和埋设深度的要求，可以将盲沟的纵坡设置小一些，以

2~4%为宜;

塑料盲沟型号越大,排水效果越好,因此在实际应用中应根据条件选用型号较大的塑料盲沟;

在同等荷载条件下,中空圆形塑料盲沟的变形量比矩形塑料盲沟的变形量稍小,中空圆形更适合应用于路基下排水。

## 5 项目信息

贵州省公路局 2020 年度科研和“四新”技术推广项

目《贵州省普通国省道路基隐蔽排水设施优化及工程应用研究》课题研究成果(2020QLJ05)。

## 参考文献

- [1] 李金,尹德龙.多雨山区公路排水施工技术.黑龙江交通科技.2019,42(06),21-22+24.
- [2] 张智,苏炳邦.热固性塑料在城市盲沟排水系统中的应用.塑料工业.2016,44(01),105-108.
- [3] 李廷彦.新型合成材料在调蓄水池防渗设计中的应用.广西水利水电.2017,(4),46-49.