

防治道路翻漿的經驗

人民交通出版社

在东北、华北及西北地区，道路春季翻浆现象是比较严重的，几年来各地区在防治翻浆问题上取得了不少经验，但如何在各地区不同情况下，采取更加有效的、适合目前工农业大跃进对公路提出更高要求的措施，还待进一步研究解决。为了这个目的，本社特将最近一两年来曾在“公路”期刊上发表过的有关这方面的文章，汇集成这本小册子，以供研究参考之用。

防治道路翻浆的经验

人民交通出版社 編輯
出版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版業營業許可証出字第〇〇六号

新华书店发行

公私合营慈成印刷工厂印刷

*

1958年10月北京第一版 1958年10月北京第一次印刷

开本：787×1092毫米 印张：2张

全书：46,000字 印数：1—1600册

统一书号：15044·1282

定价(9)：0.21元



目 录

北京市道路翻漿問題·····	2
遼寧省处治道路翻漿的一些体会·····	13
甘肅省处治公路翻漿的經驗·····	19
天津市处理道路翻漿的一些經驗·····	22
京古路的試驗处治翻漿路面·····	29
处理道路翻漿的几点体会·····	34
略談北京市防止道路翻漿的措施·····	37
采用砂質透水隔离层处理翻漿的做法·····	42
对沈阳—鞍山公路翻漿現象的商討·····	47
处理道路翻漿的計算实例·····	54

北京市道路翻漿問題

林 怡 远

在气候寒冷期間，路面及路基土壤的溫度自上而下地降低。在溫度坡差的影响下，路基土壤中的水分自下而上地移动与积聚，于是路基上部湿度程度不同地超过了冰冻前的湿度。由于冻结区内进入額外的水分与水分冰冻时体积的增大超过了土壤原有空隙的体积，于是就破坏了土壤的原来結構，并将更上部的土壤以及路面抬挤向上，造成垂直变形。在自然条件下，这种变形一般是不均匀的。当超过一定的相对差值时，路面即遭受破坏，如隆起、裂縫等。此时土壤冻结得很坚硬，承载力很强，尚未形成翻漿，这是道路冻害的第一阶段——冻脹阶段。

春季气候轉暖，当路基上部解冻时，其中原有的以及在冰冻过程中額外及入（以固态保持着）的水分，融解为液态。由于上部为面层复盖而蒸发不及，下部为尚未解冻的土层隔絕而无法排出，就使全部水分滯留于已解冻的土层中，其湿度显著增加，甚至超过饱和。土壤結構在冰冻过程中已經遭受一定程度的破坏，此时又含滲了大量水分，在車輛荷重往来推挤与振动下，成为流动的質体，被迫由路面已有的裂縫中滲出。在严重的情況下，可能挤集于一处形成鼓包，终于突破路面而翻出。这是道路冻害的第二阶段——翻漿阶段。翻漿的严重程度与交通量关系很大。在同样土壤、水和溫度的情況下，交通量愈大，翻漿愈严重。

北京市道路在冬季严寒冻胀期间，虽然也遭受损害，但不甚严重。大量的路面破坏发生在春季翻浆季节，因此本文着重研究春季翻浆的问题。

一、翻 浆 情 况

北京市道路翻浆主要发生在三、四月，一般是由于路基土壤过分潮湿、稳定性不足，在载重车辆作用下，路面龜裂，水分滲出，发生車轍、变形、鼓包等情况。严重时路面松散、回彈、車輪下陷，甚至断絕交通。这些不同程度的翻浆，可分为下列三种：

1. 龜裂潮湿、路面发生龜裂，但裂紋比較細。裂紋处有水分滲出，輕微的只沿裂紋处有水，严重的水分滿布整个面积。路面基本是平整的，沒有松散的石料浮在路面上，沒有显著变形，車輛經過时也沒有显著顫动。在碎石路或級配礫石路中，因为水分和土混合在一起，輕微的不容易看出水分滲出的痕跡。

2. 松散变形 路面发生显著变形，石料松散浮于表面上，車輛經過时有显著顫动，水分随之流出。严重的地方泥漿涌出，承载力降低，行車顫簸，甚至断絕交通。

3. 鼓包破裂 在交通量很大，振动与推挤作用很强、水文情况很差的情况下，上层快要解冻的土壤成为流动的質体，前后移动，挤集于一处形成鼓包。再經過大量重車走軌，很快就发生破裂，泥漿涌出，失掉承载力，行車顫簸，甚至断絕交通。

二、翻 浆 的 原 因

北京市的道路翻浆，客观上虽为冰冻和交通量的增长所致，但主观上还是道路設計工作落后，加以施工与养护还存在

着某些缺点，就更增加了翻漿的严重性。现就冰冻作用、交通量的增长、道路設計方面的缺点与施工养护不良等四个方面来说明翻漿的原因。

1. 冰冻作用 北京市冰冻深度为 0.4 至 1.0 公尺，冰冻日期約 105 天。表层土壤，城内主要是房渣土，即建筑渣土与煤球爐灰的混合物，厚度不等，最薄的只有 4、5 公分，最厚的达 4、5 公尺，根据顆粒分析，相当于沙質炉埵及細沙質炉埵。最高地下水位，东城与南城为 0.5 至 1.5 公尺，西城与北城大于 1.5 公尺。一年中最高与最低水位相差一般为 0.7 至 1.7 公尺。图 1 为东长安街某处水位变化曲线。郊区一般为粉沙質粘土炉埵、粘土質炉埵、重粘土質炉埵。地下水位一般較高，最高地下水位距地面为 0.5 至 1.5 公尺。图 2 为郊外清河鎮附近地下水位的变化情况。

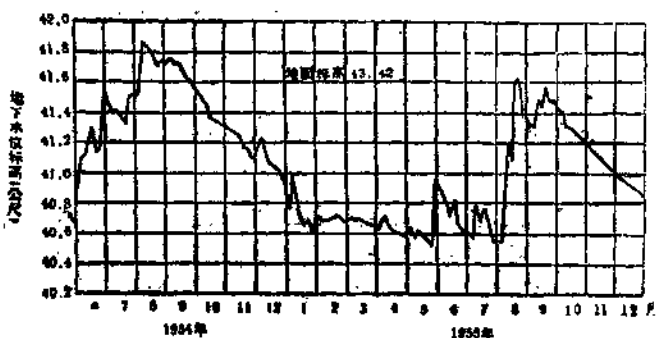


图1 东长安街某处地下水位变化曲线

关于冻结过程中路基冻结层内的水流計算，苏联布薩可夫提出可分为干燥地区、暂时潮湿地区与潮湿地区三种不同水文情况。它們由冻结过程中温度区内水分移动的不同形态及数量所决定。干燥地区的主要特点为冻结前路基土壤含水量小于分

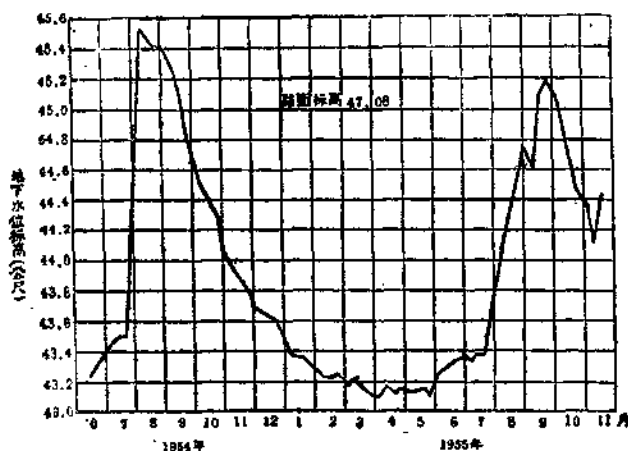


圖2 清河驛附近地下水位变化曲线

子吸湿度(約等于液性限度的60%),冰冻期間正溫度区内水分以汽态移动。暂时潮湿地区的主要特点如下:冻结前路基土壤含水量大于分子吸湿度。冻结区内水的移动基本上以液态进行。冰冻区内水的消耗使正溫度区内毛细管水变为薄膜水,这是正溫度区内水分移动的主要原因。在地下水位較低时,由于將毛细管水吸上,可能使上层土壤含水量增加而下层含水量减少。潮湿地区的路基土壤为毛细管水所湿润,有經常接近地面的地下水,通过冰冻作用能將地下水源源不断地吸至冻结层,結果冻结层内水分增加很多,而正溫度区内水分并不减少。

根据历年的观测,北京东城翻漿地区属于暂时潮湿地区,个别地点接近或属于潮湿地区。图3和图4就是两个比較合于規律的例子。

从郊区道路的土質、地下水位高度和翻漿表面的現象来看,一般比东城严重,也就是潮湿地区占的比例数高些,特別

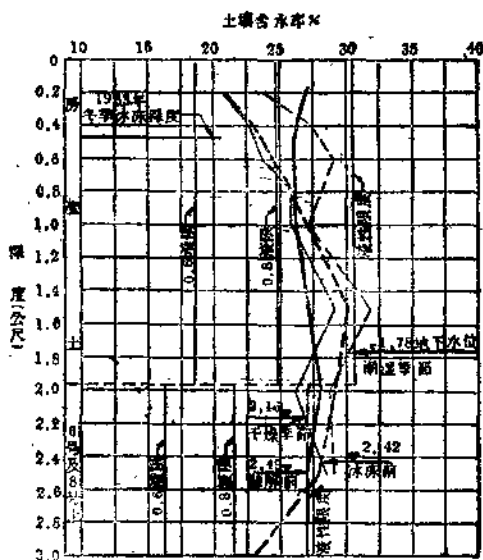


圖3 南池子南段平均路基土壤含水率的变化

是南郊大部分为潮湿地区。

2. 交通量的增長 北京市交通量的增長很快，全市公用和自用的卡車和大客車(小座車不計)，以1951年为100，至1956年就增加到290%，平均每年遞增38%。車輛重量的增加也很突出。解放初期公共汽車的單車車重只有6~7吨，現在总重17吨的斯柯达已占公共汽車的18%。解放初期的貨車絕大部分是总重6吨的，現在总重9吨以上的已占15.4%，其中还有一部分是总重19吨以上的。这些重車对路面影响很大。如1953年处理的瀝青路面和水泥路面占两种路面总面积的0.37%，而自1954年起，由于行車数量特别是車輛重量的增加，則增为0.79%；1955年遞增为0.89%，1956年增至0.91%。

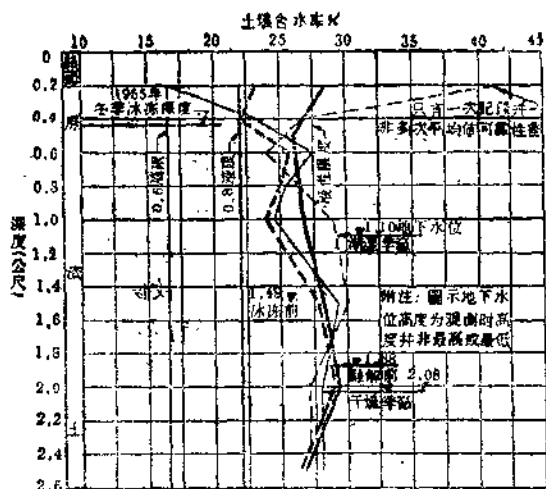


圖4 合基厂头条平均路基土含水量的变化

3 設計方面的缺点 如前所述冰冻作用和交通量的增長，虽然在客观上有造成翻漿的可能性，但是若能在設計方面充分考虑到这些情况，予以必要的处理，翻漿的情况还是可以减少的。由于我們在道路設計中存在着很多缺点，沒有适当地解决上述問題，于是翻漿問題就更突出了。設計方面的缺点，首先表現在路面厚度不够的問題上。北京在1949~1952年期间，交通量較小，重車也不多，当时的道路設計主要为解决道路坑坎不能通行的問題。柔性路面沒有計算，仍沿用解放前标准，采用一层式，厚12至18公分。1953年以来，随着市政建設的发展，交通量与車重增加得很快，在設計中开始使用苏联的柔性路面理論，采用了多层式路面，总厚度为20至35公分。但是，那时由于参考資料只有伊万諾夫所著的“公路路面学”，設計数据不够細致，加以我們对理論了解得很肤淺，如何結合

当地情况来使用更缺乏知識，以致造成下列情形。

(1) 土壤形变模量 E_0 采用的偏高，使路面設計厚度不够。北京市的道路原来是按苏联第四气候区进行設計的，以后根据公路总局專家的建議改用第三气候区。改变气候区对 E_0 值影响很大。还有公路路面半上的 E_0 值和1955年出版的“道路柔性路面構造設計須知”比較起来，也是偏高的。我們在設計中对最不利的条件也認識不足，沒有具体研究地下水位高度、天然含水量、地面排水情况等对 E_0 的影响，以致使土壤不良、水文情况差的 E_0 值采用的偏高。1953年設計的 E_0 值一般为150至175公斤/公分²；1956年考虑了以上因素，复核为90至110公斤/公分²，我們对 E_0 值在實驗室和实地都作了一些試驗，但資料很不够，还不能作为設計的根据。

(2) 路面設計形变模量 E_{np} 采用的偏低，也使路面設計厚度不够。这主要因为对交通量和車重的增長估計不足。1953~1955年只从交通大队搜集了1小时的交通量，这个交通量是为了交通管理用的，沒有把重車与輕車分开，对路面設計不适用。那时公共汽車和无軌电車也沒有拟定出发展规划。1956年起才对交通量作了調查（但还不够系統，每一条路只作了几天的調查），同时公共汽車和无軌电車的发展也有了初步规划，因此在估計交通量方面比过去进了一步。从現有的資料来看，过去采用的 E_{np} 值是偏低的，如过去主要干綫的 E_{np} 一般采用500公斤/公分²，而1956年設計的几条干綫的 E_{np} 都达到700公斤/公分²。

过去采用的 E_{np} 已經偏低，面经过复核还要低些。主要原因是以前采用的 E_0 值偏高。此外，以前輪胎与地面接触相当面直径 D 采用25公分，根据“道路柔性路面構造設計須知”的規定改用27.5公分，这也使同样的結構层用不同 D 值計算出来的形

变模量降低一些。1956年复核結果形变模量为原設計的70%。如原設計 E_{np} 为500公斤/公分²，复核結果为350公斤/公分²左右。这就說明过去設計的形变模量实际上是低的，因而路面結構厚度是不够的。

1956年的設計初步克服了上述缺点，重要干綫都根据現有交通量和交通发展规划来决定設計，形变模量 E_{np} 一般为700公斤/公分²。土壤形变模量 E_0 根据气候区、地帶类型、基层类型、鑽探資料（地下水位、天然含水量、液性限度、土壤种类）等来决定，一般为60~120公斤/公分²，主要干綫的总厚度为45~60公分。

(3)不能正确地解决实际需要与經濟力量間的矛盾。随着首都建設的发展，对道路提出了很高的要求，而道路投資的力量往往不能滿足这种要求。同时我們对采取各种技术措施来正确地解决投資不足的困难也缺乏經驗，因而有时受投資的限制，就不惜降低标准来迁就。如郊区居住区内部新辟的道路和不符合规划的現有道路数量很大。修建时为了节约投資适当地降低标准是必要的，但我們却不加区别地一律作8公分厚的級配礫石路面（个别的甚至用5公分厚），过多地寄托于完工后的养护上。实际上，郊区有些路的交通量是很大的，在某些时期不次于干綫，这就使道路在翻漿季节迅速地发生破坏，交通受到影响，并給养护部門造成很大的困难。

(4)在設計中有时遇到一些符合规划而必須修筑的道路，往往过多地考慮到將来的需要，而把路面設計得过薄，以致很快发生翻漿現象。实际上，廢掉已有設施来符合规划不是一件簡單的事情。可能將來规划要考慮現况，作必要的修改，而予以保留；也可能要經過很長時間才能廢掉，而在这个期間要保持道路的完好状态，也就是要有适当的强度。因此，在設

計中应当綜合地考慮，使近期工程與長遠規劃相結合，才能作出正確設計。

(5)對水文情況不良的地區，一般地也採取了一些防止翻漿的措施，解決了一些問題，但有時考慮得不夠，以致一些翻漿問題沒有得到適當的解決。如南郊屠宰場門前修筑的水泥混凝土路面，施工時級配沙石底層厚度作得不一致，以致冬季發生不均勻凍脹，相鄰兩塊混凝土版上下錯開達4、5公分。此外，城區道路雨水管洩水量不夠，郊區道路邊溝縱坡過平、洩水出口距離過遠、排水不暢，甚至較長時間積存，也增加翻漿的嚴重性。目前已經採取的措施有下列几項：

1)在郊區用粗細不同石料作成15公分厚的滲透性墊層，鋪設在整個路基寬度上，以隔絕地下水的上升。

2)將路面級配沙石底層內可能集聚的多余水分（冰凍作用或步道、路肩滲入的水）迅速排出。在郊區用橫盲溝，每5公尺一道，通至邊溝。城區可排至雨水井內，或用縱、橫盲溝與豎井（豎井底打至沙層內）把水排至沙層。

3)提高路基使其合乎設計規範的要求。但是這種做法只能在條件許可情況下，解決一部分問題，因為在城市道路設計中，路基常受兩側建築物地平標高的限制，不能滿足規範的要求，則需採用其他辦法來解決。

4)施工與養護的缺點也會引起翻漿現象。有時雨季施工因趕工關係，土路基潮濕，不能壓實，即鋪筑結構層。有時結構層鋪好後遇雨，把土路基泡濕。冬季冰凍水分重分布時，土路基即過分潮濕而翻漿。路基填土，有時未按操作規程，隨來隨填，把透水性較強的土壤填在粘性土壤中，以致水分一旦進入後就不能排出。還有時路基土質較粘，局部為水浸濕，碾壓不住，需要挖掉換用較干土壤，但由於所換的一般為沙性土壤，

因而也容易造成翻漿。

养护要特别注意边溝排水通暢，不要为居民或机关因横过边溝方便而堵塞，并要保持边溝縱横断面的完好状态，否則积水不能排出会引起翻漿。郊区建筑物施工时，常將天然排水溝堵塞，而把排水溝內的水引入道路边溝，过多地增加边溝的負担。还有一些工厂直接把工业廢水排入边溝。这些情况都会使路面情况恶化。保养郊区道路的土路肩，是一項重要措施。路肩保养不好，軋成車轍，存水滲下，或路肩积雪不消除，都会使土路基湿度增加，引起翻漿。

路面发生翻漿后，如何补修是一項复杂而細微的工作。作得不好，会增加翻漿的严重性。如翻修的面积过小，則四周已有翻漿現象的地方，在碾压过程中又受到损坏，很快就会被破坏，所謂“补一块、伤四周”，造成年年补修，长期不能解决的被动局面。翻修路面的强度要結合道路的重要性、現在的需要和将来的发展，研究将来有无再加鋪面层的可能性，再决定將設計需要的厚度一次鋪足或分层加鋪。过厚会造成浪费；过薄会在短期內破坏，形成循环翻漿。水文情况不良的地点要采取特殊措施，不能單純地加厚路面。总之，补修翻漿路面要綜合各方面情况来考虑，才能作出正确的决定。

三、今后的措施

从以上情况看来，北京的道路翻漿情形是較严重的，今后应根据国家的投資情况有计划、有重点地逐步予以解决。首先要逐步解决主要干綫的翻漿問題，保証干綫上交通通暢。但是，市政建設是整体的，所以又不能孤立地考虑翻漿問題。如近期內需要修筑埋在路面下面的雨、污水管时，則可在施工時間上互相配合，統一起来，一併解决。此外，为配合无軌或有

軌電車行駛，需要加寬或加固原有道路時，亦可結合在一起解決。其他主要干綫不屬於以上情況的，則可分別輕重緩急，定出規劃，分幾年完成，每一年徹底地翻修一定比例的面積。翻修路面的強度要經過設計。次要的道路，在具體情況允許下，可考慮分層加鋪路面，但應隨着交通的發展及時加固，

在設計方面，要掌握、分析，研究現在的交通量，并向交通運輸部門、城市規劃部門取得交通發展的資料，確定道路使用年限、交通量增長規律，才能正確地決定路面設計變形模量的數值。

在暫時潮濕地區與潮濕地區要根據鑽探、試驗等資料，分析土壤、水文與氣溫的情況，確定解決的辦法。一般地說，水文情況不是太差的，可採用較低的 E_0 值，也就是加厚結構層。水文情況較差的，可着重採用處理地下水的辦法，但需要從經濟，施工可能性、養護便利等方面作比較。在城市道路設計中，如提高路基則受兩側建築物地平標高的限制，採用透水性或不透水性墊層往往與將來埋設地下管綫或過街橫管發生矛盾。因此，在條件許可下，應儘可能利用雨、污水管來降低地下水位或排除冰凍作用集聚的水分。

試驗研究工作也要結合本市的特点進行觀測、試驗與研究，要掌握各地區翻漿規律與原因，以便採取適當的措施。過去採用過的處理翻漿辦法，施工後也未作觀察，所以效果如何不夠了解。以後應當糾正這些缺點，把必要的觀察站建立起來。

在短期內不能完全解決翻漿問題的情況下，加強養護來防止翻漿或減輕翻漿的嚴重性就成為更加重要的問題了。北京市道路養護部門在這方面是積累了一些經驗的，如在翻漿前採取預防性措施，翻漿後針對不同路面、不同情況予以養護的做法，

是值得提倡的。但是应当进一步作好調查研究工作，以掌握每一條翻漿路的規律，找出翻漿原因，根據具體情況，予以必要處理。在這個基礎上，可以作一些簡單的工程，不同程度地加以改善。如邊溝積水嚴重的就設法找排水出路；可能提高路基的就酌予提高，或作透水性墊層、盲溝、豎井也可以解決一部分問題。總之，在養護方面要克服等待新建道路解決問題的消極思想，作到能預防的就預防，不能預防的就及時處理，盡量減少翻漿對交通的危害，變被動為主動，這樣就可以花較少的錢解決較大的問題。

遼寧省外治道路翻漿的一些體會

王伯惠

遼寧省的公路翻漿是一個相當普遍而嚴重的問題。根據3條主要路線1953~1955年間的不完全統計，處理翻漿路段就達30萬平方公尺，耗費資金106萬元。如將全省通車路線作一次全面調查，則耗費資金的數字當更驚人。幾年來遼寧省在處理公路翻漿問題上，有一些成功的經驗，也有一些失敗的教訓。這裡，簡單介紹一下，請大家指正。

一、翻漿的原因

除了一個地段的具体地理、地質土壤、水文條件而外，促成遼寧省公路翻漿嚴重的主要原因是由於東北地區的气候特點：第一，雨季在秋季，一般在7、8月，而往往9月份還有相當大的降雨量。遼南地區每年平均降雨量約700~800公厘，而集中在雨季的降雨量就達65~70%。這時，空氣的相對

湿度很大，蒸发不暢，土壤潮湿，形成秋季有很高的地下水位。第二，冬寒到来过早，10月中旬寒潮就开始到来。因此在雨季刚过的10月，土壤就开始冻结，使路基上层由潮湿发生了水分聚集。第三，在第一次寒潮以后，可能保持一个相当长的较暖（如零下3~5度）时期，因此在完成进入冬季之后，由于气湿波浪式的降低，延缓了土壤冻结速度。第四，东北的春天极短，3月间气温还在零下，4月间很快暖和起来而进入夏季，所以土壤融化速度很快。路基上层短期间融聚大量水分，加上此时各地表面积雪融化，河溪挑水涨，又形成普遍的土壤潮湿，地下水位升高和空气相对湿度加大，这都有碍于融冻后路基土壤的干燥。第五，辽南地区临海，往往在4月间（化冻期）即降早雨，这对公路翻浆的影响很大。1954年4月，沈阳以南一带下了一场雨，就使沈阳至鞍山的公路出现了历年未见的普遍严重翻浆现象，许多路设车辙深达80~90公分，全线陷于瘫痪状态，不能通车。

当然，促成道路翻浆的原因并不完全是自然条件的影响，设计欠周、施工失当或养护不良，也会促成道路的翻浆。起初我们也认为翻浆只是受客观的水文、地质、地理、气象条件的影响，而忽略了人为的因素，后来才扭转了这个认识，知道了即使可能翻浆的地段，在正确的设计、施工和养护下，是完全可以减轻以至消灭的。

二、失败和成功的一些体会

1950年到1953年间，由于我们缺乏对寒带道路所特有的翻浆现象的知识，盲目摸索前进。现在根据苏联的先进经验来回顾一下当时的某些失败，也不是没有意义的。

1. 挖盲沟 挖盲沟在1950年最流行。一般在路中线挖宽60

公分、深1公尺多的縱溝，兩側每隔4~5公尺挖橫溝一道，交錯布置，內填塊石。但這種盲溝缺點太多，以後就逐漸受到淘汰。盲溝的作用主要在使地下水滲流而降低地下水位，但這種降低的程度有限，尤其在粘土質及粉沙質土壤滲流速度很小的情況下，其作用與所化工料費用相比是很不經濟的。並且逐年淤塞，補修困難，補修時勢必破壞路面，溝內水的出路往往也成問題，同時這樣密布的溝無疑地破壞了該段路基強度的均一性。在盲溝填石時，也很難掌握其沉落量，以致不是高出就是低於原路基頂面。如海城縣通車站的一條公路，挖了盲溝，上鋪柏油，次年溝內填石沉落，全段形成嚴重的凸凹波浪形狀，至今尚無法挽救。

2. 填塊石 這也是當時普遍使用的方法，養路工人中還流行有“翻漿道不用愁，挖出泥漿墊石頭”的順口溜。經驗證明，這種辦法效果不大，也不經濟。填塊石只能認為是臨時加強路面維持通車的措施，不能根治翻漿問題。塊石下面是稀泥漿，化凍愈深，塊石也隨着陷入泥漿底，泥漿從塊石縫中擠到面上來，形成翻漿。一般翻漿路基冰層嚴重的聚集區，多在50~70公分上下，這一層都可能變為稀泥漿，如果全部換成塊石，則所需石料數量又很可觀了。而且塊石縫中擠滿了泥漿，並不能防止毛細水的上升和凍結時水分的聚集，來年仍然會發生問題。

3. 鋪“山皮” 初春發現道路開始松軟的地段給它鋪上“山皮”，有時也可防止翻漿的繼續發展。有些養路同志認為用“山皮”處理翻漿是成功經驗，但經深入研究，這種方法並不是十分科學的。鋪“山皮”只是一種加強路面的措施。“山皮”有風化花崗砂粒的，有頁岩粘土質的，種類繁多，品質不一，效果各異，而且如把一條完整的級配路面逐漸養成了“山皮”。