

鐵路路基 基床变形防治措施

鐵道科學研究院編

人民鐵道出版社

鐵路路基 基床变形防治措施

砂墊床、封閉層和換土
整治效果調查總結

铁道科学研究所編

人民铁道出版社

1965年·北京

**铁路路基
基床变形防治措施**

铁道科学研究院编

人民铁道出版社出版

(北京市霞公府甲24号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第010号

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

人民铁道出版社印刷厂印

书号1988 开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ 印张 $1 \frac{1}{4}$ 字数 24 千

1965年4月第1版

1965年4月第1版第1次印刷

印数 0001—3,000 册 定价(科六) 0.18 元

本书是根据实地调查资料，结合我国南方各铁路局的经验和有关单位的研究成果，由铁道科学研究院汇编而成的。它体现了科研、学校与生产部门的密切结合，比较系统地提出了砂垫床、封闭层、换土等三种整治基床病害的方法，并对这三种方法的作用、适用条件和设计施工养护维修等做了重点说明；同时也明确地提出需要进一步研究的问题。因此本书可作现场整治基床病害和进一步研究的参考。

铁道部工务电务局

目 录

緒 言	1
一、砂垫床	
(一) 砂垫床的作用及适用条件	3
(二) 砂垫床的设计	3
(三) 砂垫床的施工要点	5
(四) 砂垫床的养护维修要点	8
(五) 砂垫床的参考工料率	8
二、封闭层	
(一) 封闭层的作用及适用条件	8
(二) 封闭层的设计要点	9
(三) 封闭层的施工要点	12
(四) 封闭层的养护维修要点	15
(五) 封闭层的参考工料率	16
三、緒 土	
(一) 换土的作用及适用条件	17
(二) 换土的设计要点	17
(三) 换土的施工要点	23
(四) 换土地段养护维修要点	29
附录一 土的分类标准	30
附录二 小型貫入試驗	31
附录三 基床变形的类型和特征	32

緒 言

我国许多铁路线上不少地段存在有基床变形现象，严重地影响线路的稳固性，大大地加重养护维修工作和缩短上部建筑构件的使用寿命，并威胁行车安全和影响运输能力的提高。因而，如何有效地防止和消除基床变形现象，是当前铁路上需要解决的一个重大科学技术问题。

解放后各铁路局为防治基床变形，曾采取许多种措施进行了大量的整治工作。其中不少措施，如砂垫床、封闭层、换土等收到了良好的效果。上海局在砂垫床方面，广州局在封闭层方面，柳州局在换土方面，都分别积累了一些宝贵的经验。同时，近几年来在铁道部的科研规划中把基床变形防治列为重点研究项目，铁道科学研究院，南方各局，长沙、上海铁道学院等单位，开展了一系列的研究工作，并也已取得了一些成果。

根据南方基床变形防治研究专题南宁协作会议的决议，铁道科学研究院会同铁道部工务局，上海、广州、柳州、成都铁路局，上海、长沙铁道学院等单位成立调查组，于1963年4月1日至5月20日先后在上海、广州、柳州局管内分别对砂垫床、封闭层、换土等措施的效果进行了调查试验研究。总计调查了64个工点，其中包括砂垫床16个，封闭层23个，换土25个；三种整治措施的工点中，既有整治成功的也有失效的。根据调查试验资料结合各局的经验和各单位有关的研究资料和成果，分析讨论并初步确定了三种措施的作用、适用条件和设计施工养护维修的要点，同时还明确了需进一步研究的问题。根据分析讨论的

结果编写了这份技术总结。

这一总结虽然比较系统和全面地概括了在三种措施方面现有的经验和有关的研究成果，但是，还有许多问题，如砂垫床的合理级配和寿命，封闭层和换掺料土所用材料的类别、技术要求和配合比，换土厚度的理论计算方法，各种措施的技术经济分析等，都还未能很好地解决，有待今后使用中进一步研究充实。因此，这一总结一方面是供有关设计施工和养护维修工作者在进行基床变形防治工作中应用和参考；另一方面是作为进一步深入研究的基础。此外，需要指出，基床变形的原因十分复杂，各地区的条件也很不一样，因此在应用这些经验时必须遵循因地制宜、就地取材、经济合理和加强排水、综合整治的原则，根据事先进行的工点勘查试验的资料，对症下药，灵活掌握运用。

本总结中对有关的辅助措施（如各种排水措施等）的技术要求未详加说明，在进行设计时应参照有关的技术标准办理。

参加调查组工作的单位有铁道部工务局，上海铁路局，广州铁路局，柳州铁路局，成都铁路局，上海铁道学院，长沙铁道学院，铁道科学研究院等。上海局蚌埠、苏州、金华工务段，广州局柳州、岳阳、衡阳工务段，柳州局桂林、南宁、玉林、湛江等工务段，都派人参加了该段内的调查，并协助进行了开挖工作。调查组在各局调查结束后都进行了小结，根据讨论结果分别由上海局、广州局、柳州局提出砂垫床、封闭层、换土小结的书面资料。调查组对小结资料和三种措施中有关技术问题进行了总结讨论，最后由铁道科学研究院整理汇编。

一、砂垫床

(一) 砂垫床的作用及适用条件

在道床的下部用符合一定材质要求的砂铺设一定断面的砂层，称之为砂垫床。其作用主要是：把碎石与基面隔离以减小基面局部传力的集中程度；避免碎石直接与基面接触破坏基面的平整，造成坑洼积水反泸泥浆，在一定时期内阻止基面的泥浆上升污染道床。

砂垫床最适用于防治无地下水影响的土质基面翻浆，也适用于石质风化基面翻浆，不适用于裂隙泉眼翻浆。对于地下水丰富的基面翻浆地段，可以用砂垫床整治，但须同时采取降低地下水位的措施。

新建线路，在有可能产生基面翻浆的地段，可以铺设砂垫床预防翻浆的产生。

砂垫床不能用于整治其它类型的基床变形，如侧沟外挤，路肩隆起等。

(二) 砂垫床的设计

砂垫床的设计须保证砂垫床至少在一个线路中修期内有效地防治翻浆。在我国目前的线路构造和运输条件下，砂垫床的断面形式和用砂的材质等技术要求如下：

1. 断面设计

铺设砂垫床的断面型式如图 1。

砂垫床的顶宽原则上不超过枕木长度，一般可采用 230 厘米，边坡为 1:2。钢轨下砂垫床夯拍密实后的厚度为 15

~25厘米；对于降雨量大、排水条件差或基床较软可采用厚一些，对于雨量较小、排水条件好、路基较密实的地段可采用薄一些，一般情况下均采用20厘米。

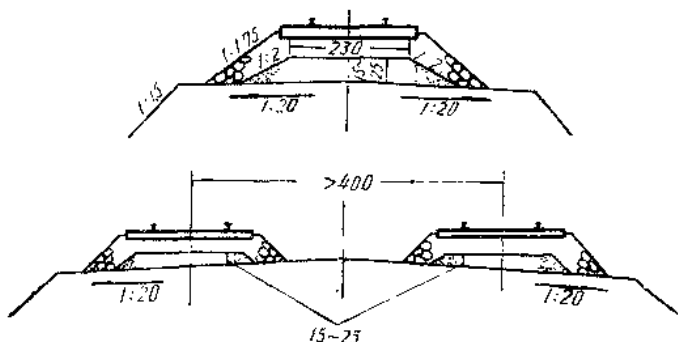


图 1

铺设砂垫床处，路基基面应作横向排水坡。对于单线线路可自线路中心向两侧筑成1:20的横向坡；对于双线则以两线的中心向两侧筑成1:20的横向坡。

碎石道碴的厚度、道床的顶宽及边坡的坡度等，在运营线路上采用铁道部线路大中修技术标准的有关规定。（有关规定为：碎石道碴的厚度在轨下大修不少于25厘米，中修不少于20厘米。道床顶面宽度在木枕地段，50公斤钢轨为3.0米；43公斤钢轨为2.9米。在混凝土轨枕地段为3.1米。碎石道床的边坡为1:1.75；在列车通过速度不高的地段可用1:1.5。）

砂垫床的纵断面，在一般情况下设计要求其顶面与底面的纵向坡度与线路的纵坡相一致，即使砂垫床和碎石厚度沿纵方向保持不变；当不能与线路纵坡取得一致时，则应适当增加道床的厚度，使线路纵向任何处砂垫床的横断

面均能满足横断面的设计要求。

铺设砂垫床的长度，除翻浆地段的全长外，应另向两端至少各延长5米。

2. 砂垫材质要求

铺设砂垫床以采用中砂及级配良好的粗砂为宜，砾砂、细砂、粉砂等不能使用（砂子类别根据颗粒分析试验结果按砂砾土分类标准确定，分类标准见附录一）。砂的质量以石英砂（砂中石英砂粒占一半以上）最理想，不易风化。含铁镁矿物较多的砂易于风化成泥，不应使用。砂中含泥量不得超过3%。

砂之质量需要经过试验鉴定，在现场可以根据砂的颜色作初步的判别。一般白色的砂石英含量多、质量最好，黄色次之，红色最差（含铁镁矿物多）。

与砂垫床顶面相接触的碎石道碴，其颗粒最好选用15~40毫米，超过70毫米的不宜使用。碎石的质量应符合铁道部颁布的碎石道碴技术条件的规定。

在新建线路上铺设砂垫床时，断面形式按铁道部标准轨距铁路技术规范的规定确定。砂垫床用砂的材质应符合上述的要求标准。

（三）砂垫床的施工要点

在运营线路上铺设砂垫床，一般宜结合线路大中修进行，也可不结合大中修而单独地进行。

1. 砂垫床的施工方法，应根据运营和施工条件，采用封锁区间或慢行施工的方法。一般应采用封锁施工，因易于保证安全和质量。但不论采用何种方法施工，其防护办法及列车通过施工地段的的速度，均应根据养路工作保证

行车安全的规定，在施工组织设计内规定。

全部施工工序划分为施工前调查准备作业、基本作业和整理作业三个阶段。

施工中必须确保安全和施工质量，并应注意以下几点：

(1) 铺设砂垫床用砂事先必须选取代表性试样进行鉴定试验，判别其类别、级配及质量，据以确定是否合用。

(2) 施工前，由有关的技术员负责会同施工领工员和工长，在拟进行施工的地段认真作好以下各项的调查：

① 根据工点的勘察资料，进一步复查并详细地了解工点的翻浆情况（包括进行钎探和开挖道床了解翻浆的类型和程度，对翻浆有影响的水文地质情况等）；

② 摸清需要清挖、清筛的深度；

③ 须更换枕木的数量，可以回收利用石碴的数量；

④ 工地布置和砂碴材料的备料情况（砂碴材料必须分开堆放）。

(3) 妥善安排作业日计划，保证在规定期间内完成任务。

2. 基本作业应注意：

(1) 扒道床挖泥碴要认真彻底，须确实符合设计要求；

(2) 按设计断面要求作好基面横向排水坡度，路基基面要平整，不容许筑成外高内低的反向坡面；

(3) 填铺砂时须仔细夯拍紧密，以免影响砂垫床有效厚度及产生砂碴混合等缺点；

(4) 砂碴不容许混淆，同时层次要分明，施工中砂层夯拍整实后方可填铺碎石；

(5) 垫砂时，在砂床衔接处应注意作到搭接密合，厚薄一致，顶面齐平。不容许有漏垫或少垫，造成砂垫床不完整、不连续，日后在这些地方开始产生翻浆冒泥。此外，应注意防止砂碴混合。

(6) 加强工间检查。施工期间施工单位和工务段质量检查员、工务处验收员等，应及时对施工质量进行检查并随时对存在的问题提出纠正和改进。

3. 施工的安全措施

(1) 施工地段的两端，按养路工作保证行车安全规定的规定设置防护。施工领导人应由不低于主任领工员或经段长批准有施工经验的指定人员领导施工。施工人员必须严格遵守有关的安全制度。

(2) 在翻浆较严重地段，除备足按断面所需的砂碴料外，须额外贮备一定数量的石碴，以消除轨面沉陷，保证施工后的行车安全。

(3) 整个施工过程中，施工大队、分队和工班领导应经常进行质量检查和安全检查，并及时处理所发现的问题。

(4) 封锁施工时，在开通线路前，施工领导人必须对线路状态进行全面细致的检查，只有在确认达到养路工作保证行车安全的规定状态时，方准开通线路。

(5) 完工后24小时内限速，由15公里逐步提高到25公里，经过整修使线路达到保证行车安全的程度，检查合格后恢复正常速度。

(6) 对施工责任地段，包括完工而未稳定的线路地段，必须组织足够的专人进行日夜不断的巡回检查和整修，发现危害处所及时采取措施，保证行车安全。

(四) 砂垫床的养护维修要点

铺设砂垫床的线路，在经常养护维修中，除一般的作业及注意做好排水工作外，应特别注意以下几点：

1. 在进行养护维修作业时，应注意保证砂垫床的完好状态，砂垫床表层与底层紧密硬层不应轻易破坏，砂垫床个别失效处应及时进行处理；
2. 及时清除枕木头的土砂壅；
3. 发现砂垫床有漏垫和少垫的情况，应及时按砂垫床的技术要求予以补垫；
4. 发现垫床有砂碴混淆、层次不清的情况时，应及时予以整修。

(五) 砂垫床的参考工料率

上海局资料：采用图 1 的单线断面，每公里用砂量（包括损耗在内）为 650~700 方。

广州局资料：采用与图 1 单线断面基本相同的断面，每公里用砂为 550 方（未加损耗量），石碴 1570 方（未考虑损耗量及可利用的石碴量）。技工 520 工天，小工 1220 工天（工率内不包括防护工）。

二、封闭层

(一) 封闭层的作用及适用条件

在基床表层铺设一层掺合料（沥青土，石灰三合土等）或其它材料的隔层称之为封闭层。

封闭层的作用主要是：隔离地表水，使之不渗入基面，从而防止或减轻基床表层的软化或风化；阻隔泥浆上冒污染道床；起一定加固基床的作用。

封闭层最适宜用于整治裂隙泉眼翻浆和石质风化基面翻浆，亦可用于土质基面翻浆。

封闭层不能用于整治基床的挤出（侧沟外挤，路肩隆起）及水囊等其它较严重的基床变形。

（二）封闭层的设计要点

1. 一般原则

采用封闭层进行整治的工点，应有调查试验资料作为依据。设计时按工点的具体情况，包括工点翻浆的历史及目前情况，上部建筑结构，通过机车车辆的轴重，列车通过密度，运行速度，基床的产状、岩性、风化或土软化程度，对基床有影响的水的情况（包括降雨及地下水、排水条件）和封闭层材料的来源，选定封闭层的材料，确定封闭层的断面及附属措施，并提出有关的技术要求。如所需的资料不足或有不确切者，设计前须补作必要的勘察试验工作，复查和补充技术设计所需的资料。

封闭层须保证在工作过程中不破裂，不漏水渗浆。为此，必须妥当的选料和确定配合比，并要求封闭层具有一定的强度和水稳性。

封闭层的强度要求，对于沥青土用小贯入仪贯入5厘米，不少于2次；对于石灰炉碴粘土，初期强度（即施工时达到的强度） $N_{G>0.9} > 4.5$ ，同时后期强度（随时间增加的最大强度） $N_{G>0.9} < 15$ 。后期强度由试验室试验确定。封闭层的水稳性要求5次干湿循环后不崩裂破碎。

铺设封闭层处基床强度须满足 $N_{G>0.9} > 4.5$ 次。

注： $N_{G>0.9}$ 表示在饱和度（G）大于90%时贯入试验的击次。贯入试验方法见附录二。

铺设封闭层地段的道床厚度，除在封闭层上设置一厚10厘米砂的保护层外，其余均按线路大中修技术标准的有关规定办理。

铺设封闭层的地段须同时考虑排水措施，以很好地排除地表水，或降低地下水，排出陷槽积水，引出裂隙泥浆。

2. 封闭层材料的选择和配合比

各地区对封闭层用料的选择及配合比的确定，应遵循因地制宜、就地取材的原则，并根据基床情况和翻浆情况，在满足前述的技术要求下通过专门的试验研究确定。

现有的封闭层以沥青掺合料和石灰掺合料两种效果较好。

沥青掺合料（如沥青土、沥青砂等）不易发生裂纹，防水力强，拌制较困难，但施工较方便，一般宜用于产状倾斜的互层或裂隙发育的石质基床基面翻浆，风化石路堤基面翻浆，以及裂隙泉眼翻浆等地段。

沥青掺合料材料技术条件要求如下：

沥青一般选用道路用石油沥青（2号、3号较化石油沥青或4号硬石油沥青）。沥青的稀释采用煤油或煤焦油，稀释的稠度以便于拌合为宜。煤油稀释时，油、沥青比对于软沥青将采用1:5，对于硬沥青用1:3；用煤焦油稀释时，煤焦油掺入量对于软沥青为沥青的20~30%，对于硬沥青掺入量为40~50%。

土——宜用砂粘土，并须将土块打碎通过5毫米的筛子。

砂——宜用粗、中、细砂。

广州局现用的沥青掺合料的配合比为：沥青土控制沥青掺入量为土重的 5~10%，沥青砂拌制时加入30%的粘土，含水率控制为 5~10%。

石灰掺合料（如石灰炉碴粘土、石灰粘土）可达较高的强度，但防渗水能力较差，固结较慢。一般宜用于土质基面翻浆地段，亦可用于互层石质或破碎的风化石质基面翻浆地段。

石灰掺合料材料的技术条件要求如下：

石灰——CaO 含量为70%以上，石灰炉碴粘土用石灰浆，石灰砂粘土用石灰浆或熟石灰粉。

炉碴——选用活性较好的炉碴，煤的残碴含量不宜超过10%。

石灰掺合料的配合比，在广州局内效果较好的石灰炉碴粘土一般为石灰：炉碴：粘土为 1：3：1（体积比）。

3. 断面型式

沥青掺合料封闭层的断面型式如图 2 a；石灰掺合料的封闭层断面型式如图 2 b 及 c。

对于土质基床或风化石填筑的基床，最好采用图 2 C 的断面型式，基面作成坡向两侧的人字坡。

封闭层的宽度应能封闭全部基面翻浆部分，一般约为 3~4 米，沥青掺合料封闭层为3.5~4米；石灰掺合料封闭层为3~3.5米。

在土质基床与石质基床的交界处或换掺料土与封闭层的交界处，应预留沉降缝，缝间填以沥青土膏。沉降缝的构造如图 3。

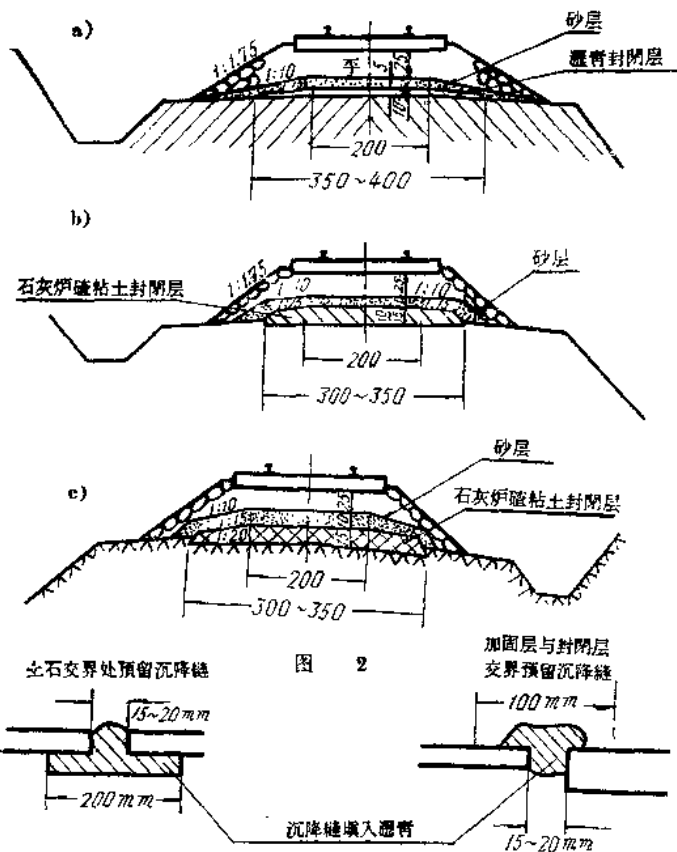


图 3

(三) 封闭层的施工要点

封闭层的施工质量对封闭层的效果有重大的影响。封闭层一旦失效即会造成人为裂隙翻浆。施工必须细致，保证达到设计的技术标准和要求。

封闭层施工可采用封锁区间或慢行施工，一般应采用