

87.36

197367

87.35
R 21

87.36
WBH

公路通俗小叢書

069990

怎样防止和处理道路翻浆

王伯惠 著



人民交通出版社

公路通俗小叢書

怎样防止和处理道路翻漿

王伯惠 著

人民交通出版社

本书根据常见的道路翻浆现象，提出各种不同的防止和处理方法，共分三部分：第一部分按翻浆发生的原因和分类，第二部分提出防止和处理翻浆的方法多种，第三部分是说明养护翻浆道路的方法和注意事项，理论结合实际事例，深入浅出通俗易懂，可供公路工程技术和养路人员学习参考。

公路通俗小叢書
怎样防止和处理道路翻浆

王伯惠 著

*

人 民 交 通 出 版 社 出 版

(北京安定門外和平里)

北京市書刊出版業營業許可證出字第〇〇六号

新 華 書 店 发 行

人民交通出版社印刷厂印刷

*

1959年5月北京第一版 1959年5月北京第一次印刷

开本：787×1092 $\frac{1}{32}$ 印張：1 $\frac{1}{4}$ 張

全書：35,000 字 印數：1—3503 册

統一書号：15044·1323

定价(8)：0.13 元

目 录

(一)翻浆发生的原因及其分类	2
1. 翻浆是怎样发生的	2
2. 翻浆的分类	7
(二)防止和处理翻浆的方法	14
3. 提高路基	14
4. 作好路基施工	16
5. 设沙垫层	21
6. 设路基盲沟和沙棒	24
7. 筑截水沟和隔离层	27
8. 设隔温层和导温层	30
9. 加强路面	33
10. 其他防止和处理翻浆的方法	35
11. 各种方法的选择	38
(三)翻浆道路的养护	41
12. 各季节养护的方法	41
13. 其他注意事项	45

(一) 翻漿發生的原因及其分類

1. 翻漿是怎样發生的

在北方的公路上或城市街道上，冬季常可看到，有些地段的路基由于土壤冻结而膨胀起来；甚至路面被胀裂；到春天化冻后，这些膨胀的地方又塌陷下去，由于化冻水份不能及时排出去，路基土壤显得特别潮湿软弱，以至变成了泥漿，在經車輛的挤压后，泥漿就从路面裂縫中翻到路面上来；这种現象，我們就叫做翻漿。翻漿常常严重地影响道路的交通。历年来，各地在处理翻漿上花費了不少的人力和物力。

为什么会发生翻漿呢？这是因为化冻时期路基上层土壤里的水份太多了，一时排不出去形成的。但是翻漿地段的路基在秋天往往是很好的，含水量并不太多，只是因为經過一个冻结和化冻的过程就出来那样多的水份，这些水份看来，显然是在冻结过程中增加的。当路基表面土层已冻结后，外面的水份如雨水、雪水等当然不能通过冻层漏到路基里面去；而是路基下部土体里的水份，在冻结过程跑到路基上层去了。在試驗室里作試驗时证明了这个事实：就是当土壤一部份温度降低，发生冻结的时候，附近温度較高尚未冻结的其他部份土壤里的水份，就会向温度較低的冻结区移动聚集；換句話說，由于温度的差異，土壤里的水份有从温度較高的未冻区移向温度較低的冻结区的趋势，这就叫做在“温差”作用下土壤水份向冻结区聚流的現象。

許多試驗都可以証明这个現象。例如有这样一个有趣的試

驗：在裝滿土壤的盒子里擺好鉛球，照出一張X光照片，照片上可顯出鉛球的位置，然後將這盒子放到冰箱里去冷凍一個時候，取出來再照一張X光照片。將這兩張照片重合在一起迎着光綫對比，就可以發現後拍的那張照片上的鉛球位置向四外移動，如圖 1 所示。盒子放入冰箱中是外圍先冷卻、先凍結的。土壤水份由盒子中心尚未凍結部份向四周先凍結的地方移動，於是影響了小鉛球的位置。

土壤水份向冷凍處移動的原因，許多科學家都作了理論的分析。一般認為，土壤顆粒表面由於分子吸力被包著一層一定厚度的薄膜水，當溫度降低薄膜水開始部分凍結的時候，剩下的水膜厚度減薄，分子吸力有了剩餘，因而將較暖處尚未凍結的薄膜水源源不斷的吸來，於是發生土壤水份向凍結區的聚流現象。其他如在土壤中的毛細水也是在冷處比在熱處具有更大的表面張力，氣態水也是在土壤溫度較高處水氣壓力較大，這都促成這些水份（毛細水和氣態水）由暖處向冷處移動。

由於這個原因，當冬天路基表層土壤開始凍結的時候，下部尚未發生凍結的土壤里的水份就向已凍結的路基上層聚集，結果使路基上層水份大量增加。假如在冬天地面初凍後不久，氣溫較長期的保持在一定的溫度，既不高升也不顯著下降，則這時地凍綫也將較長期地停留在一定深度，路基土壤暫時不再向下凍結，於是地凍綫以下的未凍土壤里的水份（包括來自地下水毛細水的水份等）就會繼續不斷的向凍結綫附近聚流。凍

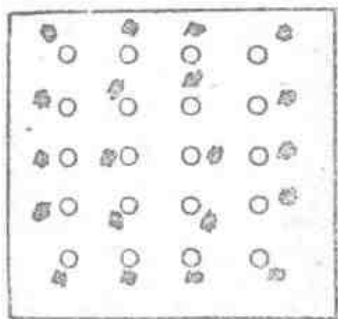


圖 1 土壤水份聚流現象的試驗

白圈：第一次位置，

黑影：移動後位置

結綫停留的時間越長，聚流的水份也就会越多，于是地冻綫附近就会聚集大量水份，并冻结成一个相当厚的聚冰层，冰体可能成鱗片狀，厚度有达1~2公厘以上的；也可能成粒狀，或成中間厚、四边薄的透鏡体狀，也可能在土体内的空洞、縫隙、夾杂的石块等周圍形成較大的冰块。这一聚冰层的总厚度自几公分至10~20公分以上，在野外挖冻土的时候，我們就常常可以看到这样的显著的聚冰层。根据当地气候情况的不同，这个冰层的位置即其距路基顶面的深度也不同，例如在东北地区，大致在地面以下30~60公分深度处。有时候在1公尺多深处还有第二个显著的聚冰层出現。而造成道路翻漿的，則主要是距路面較近的第一个聚冰层的那些水份。化冻时这些聚集来形成冰层的大量水份不能一下子排出去，都积留在路基上层土壤里，于是就形成翻漿。在有路面的道路，尤其在有黑色路面的道路上，这个情况常常显得更严重，因为路面石料尤其黑色路面傳热比土壤快得多，当冬天冷却的时候，路面下的土壤比兩旁路肩下的土壤冷得快，冻结早，于是不但路基下部、而且兩旁路肩尚未冻结部份的土壤里的水份，都向路面下較先冻结的土壤处聚集，因而路面下聚集的水份特別多如見图2甲所示；到了春天化冻时期，路面下的土壤又比路肩下的土壤暖得快、化得快，于是路基下面残余未化的土壤形成凹碗狀如图2乙、化冻水份更不易排出去，因而翻漿更严重。

由上面的討論可以看到，影响翻漿的严重程度的，主要有下列几方面的因素：

第一是气候。首先，翻漿只在冬季土壤发生冻结的寒冷地带才能发生，溫暖地带是不会发生翻漿的①。假如当冬季开始

① 我国南方把雨期路基土壤湿軟泥濘的現象，有时也叫做翻漿，与这里的意义不同

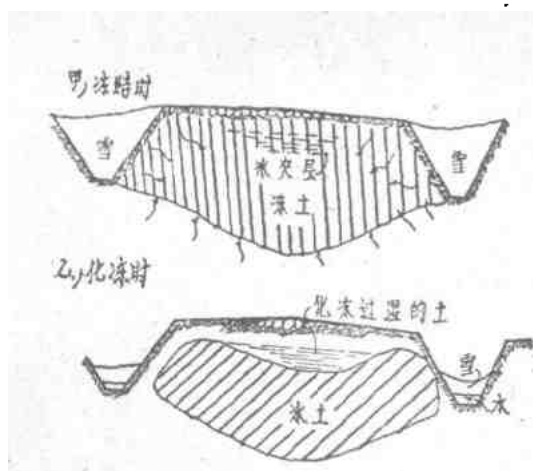


图2 路基冻结情况

的时候，气温比较暖和，或者冷而又暖，寒暖交迭，则起初土壤冻结不深，冻结线长期的停留在距路面下较近的位置，例如距路面下只有二、三十公分深处，则将会有大量水份自未冻区源源不断的聚流到上层距路面很近的冻结线附近，这种情况将使翻浆特别严重。反之，如冬天一开始就很冷，路基土壤冻结线很快就下降到距路面下较深的地方，则该处后来即使聚集了大量的水份，对路面的影响也减轻了很多，甚至于不发生翻浆。又如秋末上冻前雨水很多，或春天化冻时天气骤热，土壤急速融化，如果再有化冻期间来一场雨，这都会加重翻浆的程度。

第二是土壤。我们知道如果用良好的粗粒砂礫土壤填筑路基，则在任何情况下都不会发生翻浆，这是因为这种土壤，在冻结过程中，在温差作用下的湿度聚流现象极为轻微，甚至于没有；同时也因为这种土壤排水性好，而且即使含有大量水份，甚至在饱和情况下，仍然是稳定的，如大家常见的在砂礫河床有水时车辆可以通过就是很好的例子。

一般说来：粉沙质土壤是最容易翻浆的土壤，因为在这种

土壤里由于温差发生的湿度聚流作用特别严重。此外还由于这种土壤颗粒细，故渗水性差，化冻后水份不易排出，而当水份稍多时，就不稳定，甚至成为流沙。粘土质土壤在不良条件下，如地下水位很高，或路基两侧表面积水等，也能发生严重的翻浆。其他含大量腐殖质有机质的土壤也容易翻浆。

第三是地面水和地下水。地势低洼，路基两侧在冻结过程长期积水，或地下水位很高，路基高度又很低，则在冻结过程，水份就会自路基两侧或自地下水面源源不断的向路基上部冻结区聚流，因而形成严重的翻浆。

常常由于地形或地质的原因而使地下水的影响变得很严重，例如路线通过山腰半填半挖地段，常常因为挖方从侧面挖断了地下含水层因而形成侧坡出水如图3，路基因此经常受湿，严



图3 侧流水对路基的影响

重的在冬天水份漫溢到路基表面，冻结成冰盖，一般叫涎流冰，不但影响行车，到春来还发生严重翻浆，又如路线越过山丘，由于地下含水层露头也经常发生沿山腰路段路基翻浆，如图4所示。



图4 地下含水层露头对路基的影响

上面所述的就是发生翻漿的基本原因和促成翻漿的主要自然条件。由于土壤和水文条件不一样，所以有的地段总是发生翻漿，而有的地段总不发生翻漿；再由于逐年气候以及行车情况不一样，所以同一翻漿地段，可能这一年发生較重，另一年則发生較輕，甚至几乎没有暴露。有些人看見翻漿現象忽有忽无，忽輕忽重，就覺得似乎很神秘，难于捉摸，其实就是由于上述的原因。

2. 翻漿的分类

由上面的討論，可以看出翻漿現象一年四季都在連續发展变化的过程。在秋季，秋雨降落，路基土壤湿度增加，地下水位升高，这是路基土壤水份原始积累的阶段；接着到冬季，路基上层土体冻结，发生温差作用下的湿度聚流現象，这是水份向路基上层聚集的阶段；到次年春暖，路基土壤融化，于是到了翻漿的暴露阶段；到了夏季，过多的化冻水份蒸发了，一般叫“收漿”，路基又回到正常状态，这可以称做恢复阶段。

在各个阶段，可能都有水份进入路基上层；翻漿的分类就是按照水份聚集的主要时期不同和水份来源的不同来划分的。

第一类是水文地质类翻漿。水份的来源主要是秋雨季节聚集的地下水。秋雨使地下水水位增高，当路基很低的地区，冬冻时期地下水就会源源不断地向上层的冻结区大量聚流，因而形成严重的翻漿。这种翻漿的特征是秋冬季节地下水位很高，甚至一直保持到春季。山区道路由于岩石縫隙間或地下含水层里渗出水份，也常形成这类翻漿。

某些平原地区的道路，路基往往很低，有时甚至沿地面而走，而平原地区排水又較困难，假如地下水位很高，如图5，这些路段便会发生程度不同的翻漿。一般說来，水文地质类

翻漿常常是和路基高度有关联的。

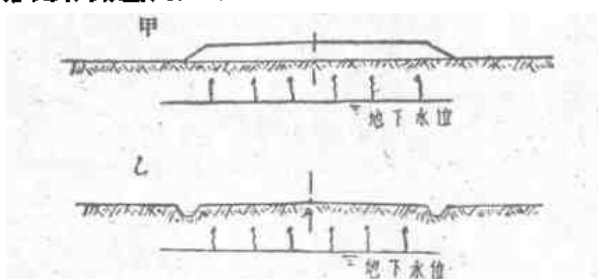


图5 低路基和高地下水位

在某些丘陵区或山区的路堑挖方地段,由于开挖结果,使路基顶面更接近地下贮水层,甚至直接挖触到地下贮水层,再加路堑地段排水和通风不良,路基不易干燥,因而也常常形成严重的水文地质类翻浆,如图6所示。

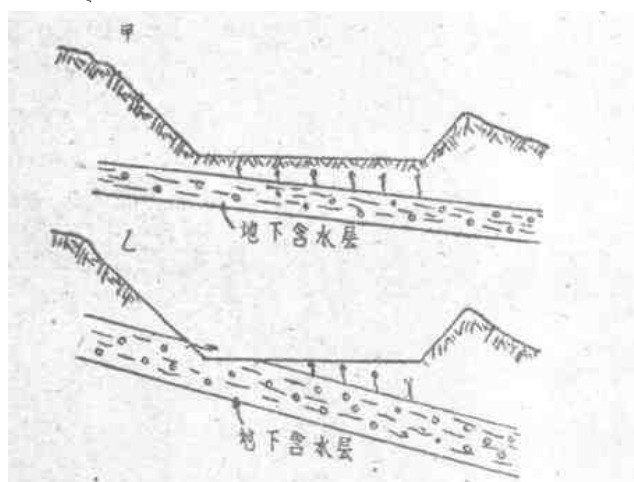


图6 路堑和地下含水层

我們也曾遇到这样的情况:路钱沿山坡前行,或越过山坡时,路基正好掩盖了由山坡含水层里渗出的泉水,结果发生了严重的翻浆如图7,这是水文地质类的另一种翻浆现象。

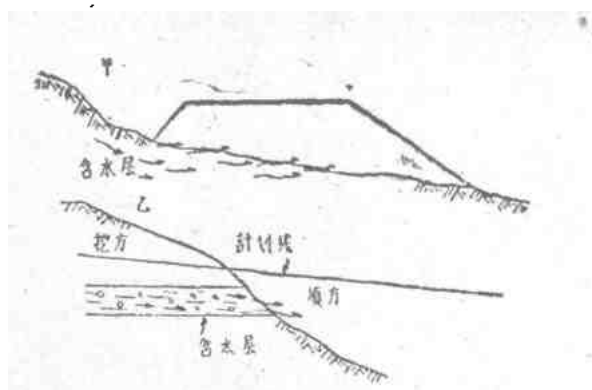


图7 含水层渗水

第二类是温差类翻浆。水份来源主要是路基下层土体里的水份，水份聚集主要在冬季。如路基土体在秋末很潮湿，含水量大，则即使地下水面很低，下层土体所含水份，在冻结期中，也会因温差作用聚流到上层去，形成翻浆。假如路基下层土壤毛细作用大，地下水能由毛细作用上升很高，则这时即使地下水面低，也能通过毛细水补给到路基上层去，于是翻浆就更严重，如图8所示。



图8 毛细水作用引起的翻浆

任何翻浆都离不开温差下的聚流作用。温差类翻浆主要指那些既无地面水、而地下水又相当深的地方所发生的翻浆。这时翻浆的强烈程度，除当地的气候情况外，首先视路基土体本身的湿度和土壤的聚流性能而定。粉沙土在温差作用下的聚流性

能很强，因而也很容易出现温差类翻浆。

沈阳鞍山公路上出现的翻浆是典型的温差类例子。这条路沿线土质大多是粉沙土；路基相当高，一般在 2~3 公尺以上；秋季地下水面距地面也在 1~2 公尺以下；路基顶面距地下水位虽很高，但许多地段仍发生严重的翻浆，只是经过连续多年的治理，才逐步减轻。

第三类是表面类翻浆。水份来源主要是地面水，水份聚集主要在秋雨或春融时期。由于边沟积水浸湿了边坡，在冻结过程，由于路面传热快，下面的土壤冷却得快，也就是冻结得快些，因而被浸湿的边坡的水份便会在温差作用下源源进入路而下面的冻土区去如图 9 所示。又如在开始春融时期，路面在路



图9 表面水引起内部翻浆

肩表层先融化，而路基心部尚有一大块冻土没有融化，这时如果气温不继续升高，甚至还再冷一下，即所谓“乍暖还寒”的气候，化冻便不继续深入，表面已化冻部份的土壤中的水份，

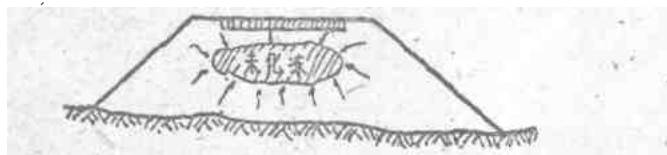


图10 未化冻土对翻浆的影响

在温差作用下，还会继续向路基心部冻土区聚流，如图10，因而加重了将来的翻浆程度。春季初融时期，白天气温高，路基表面开始融化，夜晚气温又降低，已融水份或渗入下面未化冻处再行冻结，或又在温差作用下向路基心部未解冻区聚流。这个过

程随着一晝夜而反复的进行，在适当的气候下可能形成严重的表面类翻漿。

有一条公路，路基高度只有半公尺左右，附近土地在1955年开辟为稻田，利用公路边溝来引水，后来这条路上出现了不少的翻漿段落。这是表面类翻漿的一个例子。故为避免翻漿起見，經常有水的灌溉水渠，最好能距路基远些，最少也应保持4~6公尺以上，較為适宜。

前面提到的路基，通过山坡的半填半挖地段，挖方如切断了地下含水层时，水会自側坡不断的渗出，本来是地下水，这时露了出来，变成了地而水；由于含水层中水温高于零度，在冬天也不冻结，因而經常渗出，浸湿路基，形成表面翻漿的一个特别的类型。在山区道路上，这种情况是常常见到的。

道路养护不善，是招致表面类翻漿的主要原因。例如路面上有大量坑槽裂隙；沒有路拱，甚至兩边路肩高于中部路面，形成反拱；路肩存有車轍坑窪，边溝凌亂不通暢等，都会使路基上层土体冻前含蓄大量雨水，融雪时期积存的雪水又下渗，这些都成为翻漿的水源。

当路基上层土質杂乱不勻，在不易透水的土壤中間包含有較易透水的土壤的时候，較易透水土壤中含蓄的水份不能向四外渗出，往往会形成冬季路面局部冻脹和来春局部翻漿。这也是属于表面翻漿一类的。

第四类是混合类翻漿。这类翻漿是上述各类的結合。由于自然条件的錯綜复杂，我們遇到的翻漿也常常以混合型的为多。

在某些越过山嶺頂的土路经常发现翻漿，这多半是水文地質和表面混合类的，如图11；一方面由于开挖路堑的結果，使路基頂面接近了地下含水层；另一方面，路堑挖断的土

层縫隙間常常渗水，路暫兩边側坡經常飽吸雨水或积雪，边溝也常常积雪或滯水，路暫里又常会通风排水不良，路基土壤不易干燥；因此常常保持很高的湿度，从而在冬季形成严重的冻脹；在化冻的时候，地下尚未解冻的土层也由于路暫本身形状的影响，形成比图2更为严重的凹碗狀，如图11中影綫所示；这都加重了翻漿的发生。

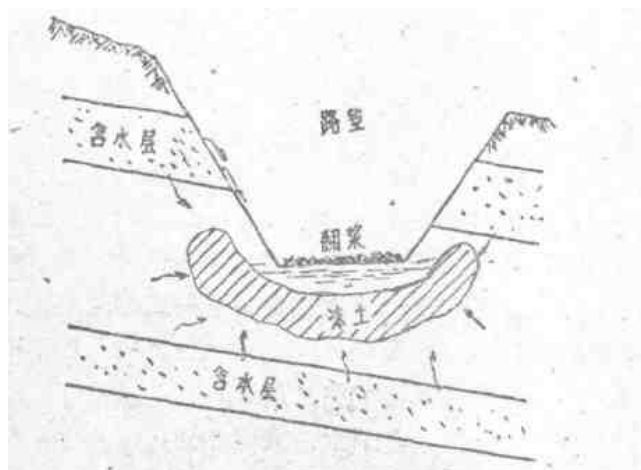
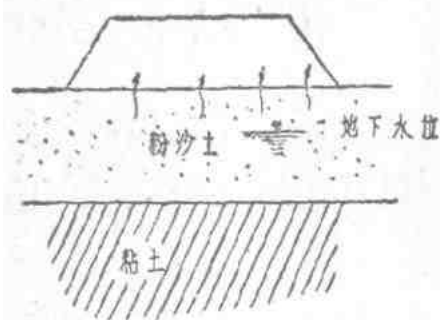


图11 表面水及地下水影响形成的混合类翻漿

在粉沙質或細沙質土壤下面，有不易透水的粘土質土壤时，常常形成表面类或表面和溫差混合类翻漿。由于下面粘土层的存在，水份不易下滲，秋雨飽含在上面的粉沙层或細沙层里，在冬季溫差作用下，大量聚流到路基上层去。这种翻漿往往是很严重的，沈阳鞍山公路有些路段就是这种情况，如图12所示。

一条改建的公路有一段通过稻田，在秋末施工，就利用稻田附近含有大量腐植質的含水量极大的粉沙質粘土来填筑路基，上面未筑路面，通車后，土路上出现了許多很深的車轍，

經常积存雨雪；这段路基附近还有一个积水泡，冬天也有半公尺多深的水。这段路基虽高达2.5公尺，但第二年春天仍然发生严重的翻漿，这是表面和溫差混合类翻漿的另一个



例子。又如有些小桥桥头，由于桥路脚接处形成坑槽，經常积存雨雪，再加桥头路基土質不良，因此即使該处路基高达2~3公尺，但也常有翻漿現象。这也是属于表面和溫差混合类型的。

有一处公路系黑色路面，路基为粉沙質土壤，高約1公尺，附近地勢較低窪；由于黑色路面傳溫性高，故冬冻过程路基土体水份向路面下聚流較强烈，路面下形成相当的冻脹，路面发生局部龜裂，这时的翻漿还是属于溫差类型的；后来农村筑坝蓄水，影响附近地下水位上升，秋末地下水位离路基頂面只約1.5公尺左右，以后路面龜裂現象就較前大为加重，这时就是溫差和人文地質混合类的翻漿了。

当地面水、地下水、路基土体本身水份都大量发生作用时，就会形成水文、表面、溫差三类混合型的翻漿，而这种翻漿往往是最严重的。

把水份的主要来源和聚集的主要季节調查清楚了，我們就能够定出翻漿的类型，和确定适当的处理方法。

(二) 防止和处理翻漿的方法

3. 提高路基

路基过低常常是造成翻漿的主要原因，已如上述；尤其在平原地区排水困难地带，地下水位一般较高，一方面由于排水困难，土壤潮湿，一方面由于地下水而距路基顶面很近，冬冻过程水份易自地下水面源源不断的向路基上层冻结部份聚流，因而形成严重的翻漿；此外，低的路基常常还可能浸水，或被积雪淹没，有时加重翻漿程度；因此，把路基修筑到必要的高度，就成为克服翻漿的最基本的办法。

路基要求的最小高度当然也因土壤的不同而异。根据前面提到的湿度聚流的原理，我们可从理论上推算各种土壤填筑的路基所必需的最小高度。结合实际调查的结果，在各种不同情况下，要求的路基高度的最小数值已经规定在有关的规范中，我们只要根据规范采用就行。这里介绍苏联公路设计准则（1955年）的规定如没有更合适的资料时，在我国北方地区可以参考采用。

路基边缘超过设计地下水位或地面水位的最小高度如表1。

单位：公尺 表1

气候区 路基土壤	II	III	IV	V
粗沙和中沙	0.8(0.68)	0.7(0.50)	0.6(0.40)	0.5(0.30)
细沙和沙土垆	1.3(0.70)	0.9(0.60)	0.8(0.50)	0.6(0.40)
粉沙土、粉沙质粘土 垆和轻粘土垆	2.0(0.90)	1.8(0.80)	1.5(0.60)	1.4(0.50)
重粘土垆和粘土	2.0(0.80)	1.5(0.70)	1.2(0.50)	1.1(0.50)