

文章编号:1671-8879(2008)06-0030-06

青藏公路高路基病害的形成及其机理

陈建兵^{1,2},汪双杰²,章金钊^{1,2},马 巍¹

(1. 中国科学院冻土工程国家重点实验室,甘肃 兰州 730000;

2. 中交第一公路勘察设计研究院有限公司,陕西 西安 710075)

摘 要:为研究以纵向裂缝为主的青藏公路高路基病害的形成及其机理,在大量实地调查研究的基础上,分析了高路基病害形成的原因,分析认为高路基病害不仅与融化盘有关,还与融化夹层、冻结核和冻土环境等相关。研究结果表明:高路基病害与路基高度及坡向直接相关;路基高度大于 2.5 m 的路基内高路基病害占总量的 75.7%,且阳坡侧病害占总量的 66.5%;当路基高度小于临界高度时,融化盘及其偏移是形成路基病害的主要原因;反之,在高温冻土区,融化夹层则是主要因素,而在低温冻土区,冻结核形成的“凸”滑动面与阳坡侧坡脚下融化盘的联合作用引发了一系列高路基病害;施工质量与冻土环境的破坏等构成了影响高路基病害的人为因素;高路基病害的治理应因地制宜,结合病害的形成特点采取不同的治理方案。

关键词:道路工程;青藏公路;高路基病害;形成机理

中图分类号:U416.168

文献标志码:A

Formation and mechanism of high subgrade diseases of Qinghai-Tibet highway

CHEN Jian-bing^{1,2}, WANG Shuang-jie², ZHANG Jin-zhao^{1,2}, MA Wei¹

(1. State Key Laboratory of Frozen Soil Engineering, Chinese Academy of Science,

Lanzhou 730000, Gansu, China; 2. Chinese First Institute Limited Corporation

of Highway Survey and Design, Xi'an 710075, Shaanxi, China)

Abstract: In order to study the formation mechanism of longitudinal cracks in high subgrade, on the basis of a great deal of field investigations along Qinghai-Tibet highway, the causes of producing diseases in high subgrade are analyzed, it is pointed out that the high subgrade diseases are not only correlated with the thaw bulb, but also with thaw layer, frozen bulge and permafrost environment. Researches indicate that: the high-subgrade diseases have the direct relationship with height and trend of subgrade, this type of diseases in the roadbed which is higher than 2.5 m are 75.7% of the total numbers, and the diseases which happen in sunny side are 66.5%, When height of roadbed is less than critical height, the thaw bulb and its excursion are the main causes of the diseases; when the height of roadbed is more than critical height, in high-temperature permafrost regions, thaw interlining is the main cause, while in low-temperature permafrost regions, gibbose freezing front formed by freezing core and the thaw bulb under the foot of sunny

收稿日期:2007-12-16

基金项目:国家西部交通建设科技项目(200231800004)

作者简介:陈建兵(1978-),男,安徽安庆人,中交第一公路勘察设计研究院有限公司工程师,中国科学院冻土工程国家重点实验室工学博士研究生,E-mail:chenjb_1978@yahoo.com.cn.

slope are combined to cause a series of high-subgrade diseases; the construction quality and the destruction of permafrost environment are the main artificial factors to cause high-subgrade diseases; the high-subgrade diseases should be treated according to the local condition, and different treatment plans should be taken according to the features of diseases. 1 tab, 6 figs, 8 refs.

Key words: road engineering; Qinghai-Tibet highway; high subgrade disease; formation mechanisms

0 引言

青藏公路格尔木—拉萨段位于自然环境恶劣、地质条件复杂的青藏高原腹地,穿越累计里程达624 km的大片连续多年冻土、岛状多年冻土区。1954年初通车时为砂砾路面,在发现大量多年冻土引起的路基翻浆沉陷问题后,1955~1958年进行了第一次改建,整修路基并修建部分简易桥涵。1973年交通部决定成立青藏公路科研组,对在多年冻土区修筑沥青路面的有关技术问题深入研究。自铺筑沥青路面后,路基下多年冻土层持续升温,冻土上限不断下降,冻土热敏感性增强,路基整体下沉,路基中心变形过大,致使路拱消失而发展成反拱、波浪、坑槽及不均匀沉陷,使路基纵横向产生扭曲。众多冻土工程工作者针对青藏公路多年冻土区路基融沉变形特征及其引发的相关路基病害开展了大量研究,提出沥青路面下融化盘的形成与发展是造成路基病害的主要原因,并提出抬高路基高度能有效保护冻土,抑制路基病害的发生与发展^[1-2]。1991~1999年按照保护冻土、控制融化速率的原则,采用提高多年冻土区路基高度、设置保温护道、加铺保温材料等措施,对青藏公路多年冻土区公路路基进行了整治改建。经过整治,原有的路基病害得到了有效的控制,但随着路基高度的抬升,路基内相继出现了众多纵向裂缝、路基开裂、路肩(边坡)滑移、横向倾斜等一系列高路基病害。目前,研究人员普遍认为此病害是由于路基阴阳坡面效应致使路基内融化盘向阳坡侧偏移引起的^[3-5]。作者在2005年大量实地调查研究的基础上,认为高路基病害有其自身的形成特点,其影响因素是多方面的,路基内融化盘偏移无法完整全面的解释所有高路基病害。为此,本文基于近几年来青藏公路病害调查资料,系统分析了高路基病害的类型、特点及其形成机理,最终提出了治理此类病害的建议。

1 青藏公路路基病害

1.1 路基病害类型

根据青藏公路病害调查结果,作者认为青藏公

路多年冻土区填土路基病害大体可分为两类,即低路基病害与高路基病害。这两类病害区分的依据是填土路基的高度是否能引发两侧边坡较明显的阴阳坡面效应。如果路基高度能引发两侧边坡较明显的阴阳坡面效应,进而引发的一系列路基病害统称为高路基病害,反之则称之为低路基病害。由于高路基病害具有非对称性特征,因此又可称之为非对称性路基病害,同样低路基病害又可称之为对称性路基病害。路基边坡所吸收的太阳辐射总量的差异与路基走向、边坡坡度有关,因此区分高、低路基病害的路基高度也非固定值,而是随公路走向及边坡坡度的改变而改变。东西走向或近于东西走向的路基阴阳坡面较好判断,南坡为阳坡,北坡为阴坡。由于青藏高原的辐射具有明显的非对称性,公路沿线上午的辐射总量要比下午的辐射总量大20%以上,因此,对南北走向的路基,东坡为阳坡,西坡为阴坡。

另外,从路基病害的表现形式上来分,路基病害可分为融沉病害与冻胀病害。调查结果表明,青藏公路融沉病害约占病害路段的80%以上,变形的类型主要包括路基的横向倾斜变形、纵向裂缝与路基开裂、路肩(边坡)开裂与滑移、纵向凹陷与波浪沉陷等。冻胀病害主要表现为冻胀丘、冰锥与路基凸起开裂等。

1.2 低路基病害的主要原因

由于青藏高原太阳总辐射量、辐射平衡值均较大,黑色沥青路面的修筑,冻土路基对太阳辐射吸收率增大约20%,另外,沥青路面阻碍了路基表面蒸发过程,产生的蒸发耗热不能有效释放,影响冻土与大气间的热量交换。观察表明,沥青路面的地表年平均温度高于天然地表4℃以上,较天然地面下的土层提前20~30 d融化,滞后20 d左右冻结,唐南地区这种差异就更大。在这种热状态的影响下,沥青路面下土层的热量年总收入大于年总支出,致使多年冻土融化,冻土上限下移,在路基内形成凹形融化盘。在低路堤的情况下,如果阴阳坡面的影响较小,路基内融化盘相对于路中线较为对称,融化盘的最大深度出现在路基中心,这时路基病害常表现为路基整体下沉、路基中心凹陷(图1)。因此,当多年

冻土上限处含冰量较高时,融化盘的形成与发展是形成低路基病害的主要原因,主要表现为两点:①在相同条件下,融化盘厚度越大,路基沉降变形就越大,随着融化深度增大,路基的固结沉降变形滞后时间越长;②路基内“锅底形”的融化盘,成为大量的地表水渗入和冻结层上水汇入的“聚水盆”,加速了融化盘的发展,进而增大了路基的沉降变形,成为路基不稳定的隐患。

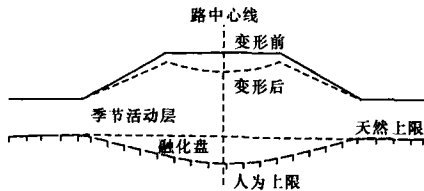


图1 低路基病害的形成机理

1.3 高路基病害与路基高度及坡向的关系

总结青藏公路建设的历史经验,青藏公路多年冻土区路基病害与路基高度密切相关。八五改建期间路基高度普遍偏低,沿线路基平均高度不足1 m,

路基病害主要表现为沉陷、波浪与翻浆变形。据统计,在较稳定冻土路段,路基沉陷率高达90.3%,波浪率高达77.4%^[6-8]。

在青藏公路一期与二期整治改建期间,大幅度提高路基高度,一期路基平均高度约为2.0 m,二期路基平均高度约为2.5 m。经整治,以对称性沉降变形为主的低路基病害得到了有效控制,但随着路基高度的抬升,路基内相继出现了众多以纵向裂缝为主的高路基病害。

作者在2005年对青藏公路沿线多年冻土路段的高路基病害进行了详细的调查,调查结果如表1所示。调查结果表明,目前青藏公路路基的病害形式主要表现为高路基病害,占总病害路段的60%以上。高路基病害则以路基纵向裂缝与路肩(边坡)开裂为主,约占高路基病害总数的58.9%。此次调查还发现,发生严重路基纵向裂缝的路段达到50余km,最大裂缝宽度达40 cm。

图2给出了青藏公路多年冻土区不同坡向的高路基病害随路基高度的关系。

表1 2005年青藏公路多年冻土区高路基病害调查结果

路基高度/m	<0.5		0.5~1.5		1.5~2.5		2.5~3.5		>3.5		合计
	阳坡	阴坡	阳坡	阴坡	阳坡	阴坡	阳坡	阴坡	阳坡	阴坡	
纵向裂缝			2	2	8	3	19	5	24	8	71
路肩(边坡)开裂			1		5	2	8	7	10	5	38
纵向凹陷				1	4	2	5	4	7	5	28
边坡冲蚀			2	2	7	4	11	5	10	7	48
合计	0	0	5	5	24	11	43	21	51	25	185

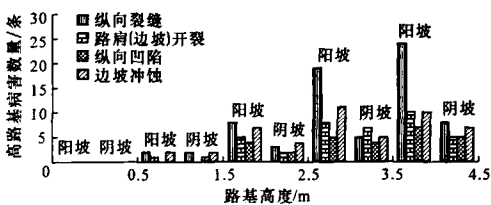


图2 青藏公路多年冻土区高路基病害随路基高度的变化

图2表明,无论是位于阳坡还是位于阴坡的高路基病害的数量均随路基高度的增加而明显增大。路基高度小于0.5 m的低路基均未发现高路基病害,高度大于2.5 m的路基内高路基病害显著增加,占总量的75.7%,即大部分高路基病害分布在路基高度大于2.5 m的路段。

另外,高路基病害的分布具有明显的坡向性。图2表明,路基阳坡侧发育的高路基病害数量明显要大于阴坡侧,阳坡侧共123处高路基病害,占总量的66.5%,而阴坡侧高路基病害只有62处,占总量

的33.5%。

2 高路基病害的形成机理

2.1 高温多年冻土区高路基病害的形成机理

研究表明,以多年冻土的年平均地温作为描述冻土的地带性分布主要特征,能反映多年冻土的稳定状态。依据年平均地温将青藏公路沿线多年冻土分为低温多年冻土区(年平均地温 $T < -1.5\text{ }^{\circ}\text{C}$)与高温多年冻土区($-1.5\text{ }^{\circ}\text{C} \leq T \leq 0\text{ }^{\circ}\text{C}$)。前者属于稳定型多年冻土,后者属于过渡型或不稳定型多年冻土。

在高温多年冻土区,高路基病害的形成机理因路基高度的不同而有所差异。

当路基高度小于临界高度时,路基内由于阴阳坡面的影响,形成非对称性融化盘。这种不对称一般表现为左侧路基下融化盘厚度较右侧大。在两侧路基下融化盘厚度差异较小的情况下,较易形成路

基的整体倾斜变形(图3(a));反之,当融化盘厚度差异较大的时候,则很可能形成路基(肩)或边坡的纵向裂缝与滑塌(图3(b))。另外,由于融化盘的聚水作用,在大气降水、地表水以及融化盘内的聚水的共同作用下,在车辆荷载的反复碾压下,路面上常出现大面积泥泞与翻浆。

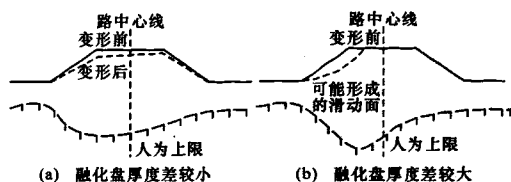


图3 融化盘引发的高路基病害

当路基高度大于临界高度时,在当地气候条件下产生的最大冻结深度无法达到人为上限处,在路基内最大冻结深度的界面与多年冻土人为上限间,形成一层隔年或多年以至永远不能冻结的融化夹层。如同融化盘一样,融化夹层也具有强烈的聚水特性,作为软弱层,其承载能力十分有限。该类融化夹层上界面是冷期最大冻结深度,下界面是人为上限,如图4所示。

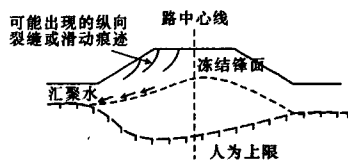


图4 融化夹层引发的高路基病害

在冻结期,融化夹层上部具有一定的冻结厚度,因此路基路面的承载能力也相应较强,但由于融化夹层上下界面的冻结压缩作用,造成封闭的融化夹层内部应力相当大。到融化期,融化夹层上部冻结层自上而下融化,冻结层的厚度也在逐渐变薄,当融化夹层的内部应力与其上冻结层的强度都无法抵挡路基自重及外部荷载时,路基将不可避免的出现凹陷、滑塌等病害,进而引发路面翻浆;反之,当路基自重及外部荷载与其下冻结层的强度都无法阻止融化夹层内部应力释放时,将可能出现路基跨塌甚至爆炸等病害(1990年6月,在头二九北坡K3 395处发生的路面爆炸,直径为6 m,深度达3 m)。

另外,如图4所示,当路基内最大冻结深度大于天然上限时,路基内将会形成“凸”型的冻结锋面。在融化期,当路基上部冻结层还未完全融化时,该冻结锋面将成为大气降水、雪水及边沟水等地表水汇聚的锋面,在汇聚水的作用下,可能发展为路基(肩)、边坡滑塌及路基纵向裂缝的滑动面,致使该类

型的融化夹层将产生纵向裂缝、路肩(边坡)滑塌等病害。

2.2 低温多年冻土区高路基病害的形成机理

在低温冻土区,虽然在施工期间,路基内也会形成融化夹层,但由于多年冻土地温较低,有足够的冷能使融化夹层在年内冻结,人为上限逐渐稳定于路基下最大冻结深度处。当路基高度大于临界高度时,路中人为上限有一定的抬升,但坡脚人为上限(尤其是阳坡坡脚)则有所下降,路基内形成如图5所示的“凸”形冻结核。造成这种情况的原因是显而易见的,不管是新建路堤还是旧路改建,抬高路堤以后,边坡都要向两侧延伸,破坏了原有的多年冻土的热平衡条件,加上青藏公路路堤填土相对于天然地表(尤其是有植被覆盖的天然地表)更易吸热,位于阳坡侧的坡脚人为上限下降较为剧烈,但在阴坡侧,由于其吸收的太阳辐射能相对较小,坡脚人为上限下降很微弱,甚至有所抬升。

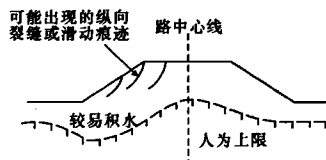


图5 非对称性冻结核引发的高路基病害

从图5中不难看出,冻结核有两种可能形成路基病害:①在融化期人为上限作为大气降水与地表水的汇聚面,冻结核两侧路基受水的侵蚀,较易形成滑体,可能会沿冻结核上锋面(人为上限)滑动,轻则形成路基纵向裂缝,重则造成路基(肩)或边坡滑塌;②在横断面方向上,坡脚人为上限最低,在坡脚下较易形成融化盘。该融化盘也将成为地表水、边坡水以及路面水的“聚水盆”,进而导致融化盘进一步扩大。一旦坡脚成为软弱层,极有可能造成边坡纵裂、滑塌,进而波及到整个路基。

2.3 施工质量与冻土环境对高路基病害的影响

青藏公路高路基病害的形成过程比较复杂,表现形式多样性,不仅受到地下冰冻融等客观因素的影响,还受到施工质量与冻土环境的破坏等人为因素的影响。后者与前者之间相互影响,较差的施工质量与冻土环境的人为破坏将加速路基病害的发生与发展。

本次青藏公路病害调查结果表明(表1),所调查病害路段的48处边坡冲蚀均是由于施工质量控制不严引起的,其中8处边坡冲蚀所形成的冲沟宽度达40 cm,深度达30 cm,严重处已造成土路路肩

的部分滑塌,对路基稳定性构成了极大的威胁。边坡冲蚀路段路基基本完好,边坡土体松散,边坡坡度均小于 1:1.5。因此,边坡冲蚀的主要原因是由于边坡土体压实度及边坡坡度不符合设计规范的要求所造成。

另外,冻土环境的人为破坏也是影响青藏公路多年冻土区高路基病害的主要人为因素。由于公路填筑路基两侧取土时铲除了原天然地表,加之边沟排水未成体系造成局部积水严重,导致脆弱生态系统失衡,冻土对环境变化响应所依赖的天然屏障遭到损害。气候变暖在冻土中的响应进程明显加快,热扰动在短时间内即产生冻土环境的恶化,加剧路基病害。

如青藏公路的曲水河附近,由于自然和人为活动破坏了斜坡冻土的热平衡状态,引起地下冰融化产生热融滑塌,滑塌体长为 100~150 m,宽为 80~100 m。这种热融滑塌与融冻泥流具有溯源侵蚀性质,直到斜坡没有地下冰为止,往往淹没路基。

楚玛尔河高平原、通天河南岸、扎加藏布河两岸等地处高平原,路基两侧横向排水不畅,形成大量热融洼地,且逐年扩大,加速了冻土路基下地下冰的融化,往往引起路基边坡的滑塌。

青藏公路整治改建期间,路基两侧遗留大量积水取土坑,加速了路基下多年冻土融化,进而造成路基下沉,引起路基形成纵向或弧形裂缝(图 6)。



图 6 积水取土坑引发的路基弧形裂缝

3 高路基病害的治理建议

青藏公路多年冻土区高路基病害的发生、发展有众多不同于低路基病害的特点。因此,对高路基病害的治理应因地制宜,结合病害的形成特点,采取不同的治理方案。本文在综合考察分析青藏公路沿线高路基病害特点的基础上,针对不同特点的疾病,提出几种治理方案。

3.1 融化盘偏移引发病害的治理

当填土路基高度小于路基临界高度时,高路基

内融化盘具有向阳坡侧偏移的特点,因融化盘引发的病害大多分布在路基向阳面。类病害可采取两种方案进行治理:①铺筑工业隔热材料,有效降低填土路基高度,减小阴阳坡面效应所引发的融化盘偏移,抬升多年冻土上限,该方法仍然属于被动保温的范畴,虽然能有效抬升多年冻土上限,但无法延缓年平均地温的增温趋势,建议高温多年冻土区不采用;②调控阳坡侧地温。诸如此类的方法有:在向阳坡面铺设遮阳板、碎石边坡、保温隔热板等,在有条件的情况下进行植物防护,在向阳侧路肩埋设热棒等。

3.2 融化夹层引发病害的治理

在高温冻土区,当路基高度大于临界高度时,路基内将可能发育融化夹层。相对于融化盘而言,融化夹层的治理更加复杂。因为其发育在高温冻土区,因此应尽可能选择主动冷却的工程措施,使融化夹层能完全回冻。治理融化夹层的路基结构形式可选择:片块石路基、热棒路基、遮阳板路基(可调控式)和通风管路基等^[5-7]。

3.3 冻结核引发病害的治理

冻结核发育于低温冻土区,因为低温冻土相对较为稳定,因此冻结核引发病害的治理也相对较为简单。对高路基病害机理的分析中得知,如果能有效控制坡脚融化盘的形成与发展,则能有效治理冻结核引发的高路基病害。减小或消除坡脚融化盘最简单有效的途径是在阳坡侧铺设排水保温护道。铺设护道的高度为当地路基临界高度的 0.7 倍。当然,在条件许可的情况下,尽可能恢复破坏的植被。

3.4 路基填料及施工

综合分析气候、水文、工程质量及维持通车和造价等各方面条件,并结合青藏公路的实际施工情况,当沿线为砂类土时路基填方可就地取土;当为粘性土、地表水文条件较好时,路堤下部可就地取土,路堤上部(厚度不少于 50 cm)须用粗颗粒填筑;如果沿线水文条件较差,且就地取土困难,宜用粗粒土填筑路基。

对高填方路基,在路基施工中应尽量选择干燥的路基填料,并采取分层碾压的施工方法,保证足够的压实度。路基边坡坡度不宜小于 1:1.5,边坡也应保持一定的压实度,防止出现边坡冲蚀等病害。

4 结 语

(1)根据路基对阴阳坡效应响应的程度,将多年冻土区填土路基病害分为低路基病害(或称对称性病害)与高路基病害(或称非对称性病害)。

(2)目前青藏公路路基的病害形式主要表现为以纵向裂缝与路基开裂为主的高路基病害,占总病害路段的60%以上。

(3)高路基病害与路基高度及坡向直接相关。路基高度越高,高路基病害发生的几率越大,高度大于2.5 m的路基内高路基病害占总量的75.7%,并且发生在阳坡侧的路基病害占总量的66.5%。

(4)高路基病害的形成机理因路基高度的不同而有所差异。当路基高度小于临界高度时,融化盘及其偏移是形成路基病害的主要原因;反之,当路基高度大于临界高度时,在高温冻土区,融化夹层则是造成路基病害的罪魁祸首,而在低温冻土区,冻结核形成的“凸”滑动面与阳坡侧坡脚下融化盘的叠合作用引发了一系列高路基病害。

(5)施工质量与冻土环境的破坏等构成了影响高路基病害的人为因素。较差的施工质量与冻土环境的人为破坏将加速高路基病害的发生与发展。

(6)高路基病害的治理应该因地制宜,结合病害的形成特点采取不同的治理方案,提出了相关的治理建议。

参考文献:

References:

- [1] 代寒松,盛煜,陈继. 青藏公路路基纵向裂缝病害及其发生规律[J]. 公路,2006(1):86-88.
DAI Han-song, SHENG Yu, CHEN Ji. Longitudinal roadbed cracks in Qinghai-Tibet highway and its forming regularity[J]. Highway,2006(1):86-88.
- [2] 袁明健,胡长顺,何子文,等. 青藏公路多年冻土段路基病害分布规律[J]. 冰川冻土,2002,24(6):780-784.
DOU Ming-jian, HU Chang-shun, HE Zi-wen, et al. Distributing regularities of subgrade diseases in permafrost section of the Qinghai-Tibetan highway[J]. Journal of Glaciology and Geocryology, 2002, 24(6): 780-784.
- [3] 汪双杰,陈建兵,章金钊. 保温护道对冻土路基地温特征的影响[J]. 中国公路学报,2006,19(1):12-16.
WANG Shuang-jie, CHEN Jian-bing, ZHANG Jin-zhao. Influences of insulating berm on ground temperature characteristics of permafrost subgrade[J]. China Journal of Highway and Transport, 2006, 19(1):12-16.
- [4] 汪双杰,陈建兵,黄晓明. 冻土路基护道地温特征研究[J]. 岩石力学与工程学报,2006,25(1):146-151.
WANG Shuang-jie, CHEN Jian-bing, HUANG Xiao-ming. Study on ground temperature characteristics of embankment berm on permafrost[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering, 2006, 25(1):146-151.
- [5] 汪双杰,陈建兵,黄晓明. 热棒路基降温效应的数值模拟[J]. 交通运输工程学报,2005,5(3):41-46.
WANG Shuang-jie, CHEN Jian-bing, HUANG Xiao-ming. Numerical simulation of cooling effect for heat pipe subgrade[J]. Journal of Traffic and Transportation Engineering, 2005, 5(3):41-46.
- [6] 孙斌祥,徐学祖,赖远明,等. 块石路堤、护坡导热系数的试验研究[J]. 中国公路学报,2003,16(3):6-10.
SUN Bin-xiang, XU Xue-zu, LAI Yuan-ming, et al. Experimental research on thermal conductivity parameter of ballast embankment and revetment[J]. China Journal of Highway and Transport, 2003, 16(3): 6-10.
- [7] 汪双杰,孙斌祥,徐学祖,等. 路堤块石自然对流机理的室内模拟试验研究[J]. 中国公路学报,2004,17(2):18-23.
WANG Shuang-jie, SUN Bin-xiang, XU Xue-zu, et al. Research on laboratory experiment of natural convection mechanism of embankment ballast[J]. China Journal of Highway and Transport, 2004, 17(2): 18-23.
- [8] 中交第一公路勘察设计研究院有限公司. 青藏公路高温高含冰量多年冻土地基稳定性研究[R]. 西安:中交第一公路勘察设计研究院有限公司,2006.

《公路软土地基路堤设计与施工技术指南》 (送审稿)审查会在西安召开

2008年9月17~18日,交通部公路司在西安召开了《公路软土地基路堤设计与施工技术指南》(送审稿)审查会,来自全国各地的专家和编写组成员20多人参加了会议。中交第一公路勘察设计研究院汪双杰副院长参加会议并致词,会议由交通部公路司工程技术处杨屹东副处长主持。

《公路软土地基路堤设计与施工技术指南》(简称《指南》)作为行业推荐性标准,由中交第一公路勘察设计研究院负责主持编制,张留俊副总工程师代表编写组就《指南》的编制情况向会议作了详细的汇报。与会专家进行了认真的审查,提出了许多宝贵的意见和建议,为《指南》的进一步修改和完善奠定了良好的基础。