

青海公路桥梁文集

吴承志 著

青海人民出版社

青海公路桥梁文集

吴 承 志 著

青 海 人 民 出 版 社

1991年·西宁

青海公路桥梁文集

吴承志 著

*

青海人民出版社出版

(西宁市西关大街96号)

青海省新华书店发行 青海新华印刷厂印刷

*

开本:787×1092毫米 1/16 印张:20.5 插页:4 字数:470千

1991年11月第1版 1991年11月第1次印刷

印数:0.001—2,000

ISBN 7-225-00457-3/T·5 定价:9.00元

彩虹，天空的骄傲

——《青海公路桥梁文集》序

格桑多杰

我们藏族有一句谚语：“森林是山岭的骄傲，彩虹是天空的骄傲”。在给吴承志同志著作《青海公路桥梁文集》写序的时候，我想到了这个谚语。

雨后的天空湛蓝如洗，假如有一道彩虹横贯天空，就更增添了天空的魅力。在人们的心目中，彩虹是吉祥的象征，是希望的象征。在无数个民间故事和神话传说中，这彩虹是通向光明、通向幸福、通向富足的道路和桥梁。青海高原，无论是碧绿万顷的草原，还是白雪皑皑的高山，常常被彩虹的七色光照射着。而在高原博大雄浑的土地上，又有着无数的公路和桥梁，它们好比是天上落下的彩虹，为高原大地增添了神奇和梦幻。

《青海公路桥梁文集》一书，是作者近30年来在公路桥梁建设的实践中探索、积累的成果。它以较纯熟的道路、桥梁知识，翔实的地质、气象、水文等资料，融汇科研、设计、施工等多方面的研究，多侧面地汇集了具有青海高原特色的道路桥梁建设中的得与失，是一部值得称道的专业文集。文集在时间上的跨度虽然已达20多年，但诚如作者所称：“选文旨在总结过去，开拓未来，力求注重现实价值”。可以不夸张地讲，文集中所辑取的内容，从广度到深度，无论现在或将来，对于青海或与青海类似地域的公路和桥梁建设都有相当的借鉴和指导作用。

作者吴承志同志可以说是一位描绘彩虹的人。他1960年来到青海，长期从事专业技术工作，将自己一生中最宝贵的年华献给了这片土地。20多年来，他根植于青海公路桥梁建设沃土，理论联系实际，积极与工农群众相结合，边工作，边学习，边研究，边总结，辛勤耕耘，为青海公路交通事业的建设与发展做出了自己的贡献。这个集子，就是他努力学习、探索进取的缩影。

青海地大物博，是祖国一个十分可爱的地方，也是广大知识分子的用武之地。但是，知识分子怎样才能充分发挥作用，为这块土地的繁荣茂盛贡献自己的聪明才智？我想正确的道路应该是：深深地植根于工农群众之中，将自己的理论知识和工农群众的社会实践紧密结合在一起，从社会实践中汲取营养，进而提高自己的科学技术水平，更好地为经济建设服务。一条河流的两岸，是永远相隔和陌生的，假如有一座虹桥沟通起来，就成了完整的一体。知识分子如果不走理论与实践相结合的道路，就可能脱离时代，脱离社会。而如果将自己投身于社会实践中，从感情到行动和人民打成一片，就有了广阔的自由的天地。在这方面，该书作者就是一个范例。

科学技术的发展是无穷无尽的，随着时间的推移和经济建设的发展，相信这个集子作为青海公路桥梁建设的开拓篇，会越来越多地启迪同行们从不同的角度继续去研究、总结、丰富和发展。公路交通作为国民经济和社会发展的先行行业，与人们的生产、生活有密切联系。经济的振兴、发达与繁荣，民族的团结与进步，都迫切需要公路交通事业的较

大发展，因此，全省各族人民寄希望于高原的公路建设者们！

作为作者的同龄人，我对作者的创造性劳动表示钦佩，同时也寄语担负历史使命的中、青年知识分子，弘扬先进知识分子的优良传统，继承前人的优秀成果，在新的历史条件下，进行创造性劳动，散放出自己的光和热。

愿天空彩虹常现。愿青海高原的明天更加美丽。

1990年8月·西宁

前 言

笔者在青海从事公路建设工作近30年。在(黄)河湟(水)谷地、长江源头,在祁连山麓、巴颜喀拉山、昆仑山、唐古拉山脉,在青海湖畔,柴达木盆地修路架桥,留下了耕耘的足迹。这些地区气候特点不同,地质条件迥异:有湿陷性黄土、戈壁、盐渍土,还有多年冻土及沙漠。有的海拔不到2 000米,有的则在5 000米以上,绝大部分在3 000~4 000米。高寒、缺氧,气候多变,修路架桥确非是一件易事。

虽然笔者现在不再直接从事这方面的工作。但是,仍时时注视、关心着它的发展。因为它的发展,标志着青海开发建设的变迁,标志着青海的繁荣和民族的团结与进步。同时,笔者接触这门专业技术毕竟已有38年时间了。回首往事,探索、积累,艰辛、喜悦,令人感慨不已。

从事专业工作期间,在前辈的引导下,坚持了边工作、边学习、边研究、边总结的原则,研究青海的公路建设问题,曾先后撰写过技术报告、论文数十篇,大部分均发表在内外刊物上。现根据友人的荐愿,择选其中的1/3,汇集成这个文集,供本省和本行业的同仁参考。经筛选的这些文章,在时间上的跨度有20年,选文旨在总结过去、开拓未来,力求注重现实价值。笔者相信青海的公路建设将会随着政治、经济、文化的进步与发展而不断发展。同时,过去行之有效的经验和措施,也必将与不断出现的新技术共同促进青海公路建设的发展。

为便于阅读这个文集,对每一篇文章均列注了成文的年份。

这个文集由21篇文章组成,共分三组。

第一组是公路路基路面方面的论文,共7篇。“青海省黑色路面建设提高质量降低成本的主要途径”是这一组的“总论”。讲青海的事情,总结了1984年以前建造黑色路面的经验,对以后的发展,提出了建设性意见。文中指出本省四大区类路基路面设计、建筑特征,而处理好路基,则是关键所在。“青藏公路西宁至格尔木段路面基垫层和路基排水调查与设计”、“青藏公路多年冻土地区沥青路面建筑”和“青新公路干旱超氯盐渍土地区黑色路面试验路段调查”等3篇文章,分别研究、总结了本省潮湿翻浆、盆地边缘、多年冻土和盐渍土等四个地区的筑路特点。其中包括了科研、设计、施工方面的成果。“青藏公路西宁至格尔木段路面基垫层和路基排水调查与设计”,大体上可供本省各季节性冻土地区,以及柴达木盆地边缘地区路基路面设计的参考。“青藏公路多年冻土地区沥青路面建筑”,是笔者在东京参加第三次中日道路技术交流会时发表的论文,可供海拔4 000米以上多年冻土地区(如巴颜喀拉山、唐古拉山、昆仑山及海北州的江仓地区)筑路的参考。青海在多年冻土地区上修筑了几百公里黑色路面公路,虽然部分路段中还留有因热融引起的缺陷,但是,总体上是成功的。如能继续补充、完善

技术措施,将会取得更好的效果。“青新公路干旱超氯盐盐渍土地区黑色路面试验路段调查”一文,加深了对干旱超氯盐盐渍土的认识,剖析了硫酸盐对这个地区路基路面工程的危害性,指出其危害程度要小于盐渍化——退盐渍化过程明显地区的硫酸盐对道路工程的危害,为1982年至1985年成功地进行冷(湖)大(风山)公路建设提供了设计、施工依据。“青海省三条(五段)干线公路竣工路面强度分析”,介绍了黑色路面竣工强度鉴定的办法和实例。实践证明,只要认真地按这个办法去控制质量,修建黑色路面成功的把握是极大的。“论土基回弹模量”和“路基土回弹模量计算值与柔性路面设计总厚度”是两篇对柔性路面设计问题探讨的论文。文中提出设计规范对土基回弹模量的归纳应从简;按1978年的柔性路面设计规范来设计青海的公路路面有失之过薄之嫌。论文中针对青海常用路面结构提出了结构组合和厚度建议。

第二组是公路桥梁方面的论文,共10篇。“谈青海省的公路桥梁建设”也是这组的“总论”,谈过去,讲未来。当时,制约桥梁建设发展的关键问题是吊装能力、深水基础施工技术、预应力技术与设备、计算手段等。这些问题决定了1985年以前的建桥特点。而且,到目前为止,也不认为已经圆满地得到了解决。“筒装连续板桥”和“Y墩架设计方法”是笔者提出的实用结构,有理论上的分析和研究,并已付诸实施。“钢索在多个集中荷重作用下的垂度计算”已用于一座吊桥和一座施工便桥设计,而且还做了一些实测鉴定。“先张法预应力混凝土空心板桥初步实践”是笔者为在省内公路桥梁预应力混凝土结构领域拓荒所作的实践。此桥虽然只有一跨,跨径只有8米,但为省内发展预应力混凝土桥梁打下了基础。此后,省内公路上曾建造了两孔跨径25米后张法预应力混凝土中桥和多孔跨径30米的特载后张法预应力混凝土黄河大桥。“装配式钢筋混凝土矩型正交板桥活载横向分布系数计算”和“考虑土壤弹性固结作用的桩柱和轻型桥台计算法”两篇论文是理论方面的研究成果,并且已用于省内常用桥梁结构设计实践之中。“最优拱轴线和最优拱上建筑”、“变形拱内力计算”和“连拱计算”等3篇文章,研究拱的形式和连拱问题,拓宽了对拱的认识。

第三组是桥梁混凝土,即材料方面的论文,共4篇。“水泥混凝土冻融试验”和“混凝土早强剂在永安桥上的应用”是根据青海气候特点选定的。笔者曾在60年代中期,摄取本省桥梁桩柱混凝土遭到严重冻融破坏的例证,组织了专题研究,提出了防治措施。永安桥是全省第一座全面应用混凝土早强剂的桥梁,取得明显的效果。之后,在全省范围内公路桥梁混凝土中广泛地使用了混凝土早强掺加剂和抗冻掺加剂,效果卓殊。本文集选择这两篇文章的用意在于提示人们在青海公路桥梁建设中,要充分注意混凝土的早强、耐冻。本省不少地区广泛分布的特细砂和细砂,如何用好这类材料,避免耗资远运粗、中砂,是选择“特细砂混凝土的试验研究”一文的目的。“普通水泥混凝土抗压强度与用灰量的关系”一文是针对60年代中期工程建设中普遍超用水泥而又达不到混凝土设计标号状况而进行的专题研究,文中提出了如何正确认识水灰比的问题和最佳用灰量的选择。

科学技术的发展是无穷无尽的。这个文集必定会有许多立论依据不充分或其他方面不尽完善之处。但拙作如能起到抛砖引玉的效果,笔者将感到由衷的欣慰。

本文集编辑过程中得到夏耀东、万善荣、潘秉武、王耀东、王积忠等同志以及青海人民出版社的关切和鼎力相助，他们在誉稿、描图、核稿和文字订正等方面做了大量的工作；藏族诗人、作家格桑多杰同志以很高的热情，还为文集作了序。在此，一并向他们致谢！

吴承志

1990年4月于西宁

目 录

前言	(i)
青海省黑色路面建设提高质量降低成本的主要途径	(1)
青藏公路西宁至格尔木段路面基基层和路基排水调查与设计	(6)
青藏公路多年冻土地区沥青路面建筑	(23)
青新公路干旱超氯盐盐渍土地区黑色路面试验路段调查	(34)
青海省三条(五段)干线公路竣工路面强度分析	(50)
论土基回弹模量	(60)
路基土回弹模量计算值与柔性路面设计总厚度	(86)
谈青海省的公路桥梁建设	(105)
装配式钢筋混凝土矩形正交板桥活载横向分布系数计算	(110)
简装连续板桥	(125)
先张法预应力混凝土空心板桥初步实践	(130)
连拱计算	(145)
最优拱轴线和最优拱上建筑	(164)
变形拱内力计算	(173)
考虑土壤弹性固结作用的桩柱和轻型桥台计算法	(185)
钢索在多个集中荷重作用下的垂度计算	(204)
Y墩架设计方法	(213)
普通水泥混凝土抗压强度与用灰量的关系	(232)
水泥混凝土冻融试验	(278)
特细砂混凝土的试验研究	(299)
混凝土早强剂在永安桥上的应用	(314)
后记	(319)

青海省黑色路面建设提高质量 降低成本的主要途径*

青海省公路黑色路面建设起始于1960年。目前,全省黑色路面总里程数还不到3 000公里。已建成的黑色路面在技术标准、单位造价、使用品质方面还存在不少问题。本文根据青海20多年来的黑色路面建设实践,从技术上进行总结,提出降低成本、提高质量方面的意见,以求与广大同行共同商讨改进方向。

一、路面设计要注意经济比较

青海省不少地区天然砂砾材料蕴藏量丰富。为了降低路面造价,过去相当一段时间里,常常采用6或8厘米厚的级配砾石作黑色路面的基层(遇到水温情况较差的地段则改用级配砾石掺灰)。路面整体强度除由面、基层提供外,不足部分全由天然砂砾垫层补足。这种“上薄下厚”的路面结构,几乎已成为青海省公路黑色路面的典型结构。实践表明这对于车型较轻、取料较近的公路来说,在技术上是可行的,在经济上是合理的。但是,对于某些天然砂砾奇缺,运距达几公里、十几公里,甚至百十公里的地区或路段,特别是对交通量更大和车型更重的公路来说,上述典型结构就欠合理了。因此,尽量使用优质材料,减少砂砾材料总运量,对路面设计就显得十分重要。在这种情况下,基层采用什么结构,基、垫层厚度的关系应该怎样确定,就成为路面设计中的重要问题了。设计人员要根据设计要求择优选用经济可靠的设计方案。

二、路面设计要重视调查研究

首先要查明路面的使用任务,根据历史资料和当时当地客货运量推算出交通量和远景交通量。在重车多的公路上尤其要注意提出恰当的路面设计交通量。在行车密度很小的公路上,要注意特殊的使用要求,不要规定太小的路面设计交通量,以免路面失之过薄。现在的柔性路面设计规范规定的面层设计,使用年限过短(例如,表处为6年),强度设计的年限与面层设计使用年限一致,似欠当。具体进行设计时可以放宽强度设计的年限,即增大远景交通量,使得路面整体的使用年限延长,使用到必要时再作罩面处理。这样的设计原则对于青海来说是较为恰当的。

旧路补强设计要进行弯沉测定和探坑调查。弯沉测定力求在最不利季节进行,以便查明病害。在最不利季节测得的弯沉值也宜再乘以季节影响系数,以充分考虑各种未遇到的不利情况。

旧路调查要查明原有道路的病害。如,排水系统是否完整,有无翻浆、积水、积雪、积

* 1984年。

砂、水毁等,以便在改建设计时采取对策。还要查清路基路面的宽度、纵坡、弯道半径等等,查明路拱、坑槽、搓板的情况及路面材料的分布状况和筛取率,以便作出经济的优选方案。

新建路面设计除按测设规程办理外,要注意地下水、地表积水调查,注意土质调查。多年冻土地区要查明冻土上限的深度。盐渍土地区要查明盐类和含量等。

加拿大的“参照路面”设计法值得我们重视。其实质是对当地路面使用经验的调查。该法的要点是:在与拟新建的公路同样自然条件、同样土质条件下,已经经过三年以上使用,并且处于良好状态的原有公路上进行弯沉测定,探明原有路面结构。根据新建路面的强度(弯沉值)要求和参照原有路面实际强度,按补强原则用图表决定新建路面的分层厚度。

三、在任何地区设计路面都要十分重视路基问题

柔性路面设计规范中提出的全国公路自然区划图,将青海省全境分为Ⅲ₃、Ⅶ₁、Ⅶ₂、Ⅶ₃和Ⅶ₄五个二级区。实践表明,还是分为潮湿翻浆、盆地边缘、多年冻土和盐渍土四个类型区更能指导我们的路面设计工作。这四个类型区的路面设计特点都不在路面上,而是在路基上。

潮湿翻浆区主要是青海的农业区和半农半牧区以及一部分牧业区。“潮湿”是相对于本省其他地区而言的,而且主要是指路基土相对较为潮湿,不是指降雨量与蒸发量的相对关系。该区的路基土主要是粉性土,但在几十厘米或几米以下往往有砂砾石地层,更深的地层可能是坚硬状态粘土(俗称红板)。粉性土水稳定性差,农灌对路基土湿度影响较大,春融期易翻浆。尽管气候干燥,蒸发量远超过降水量,但路基上层往往并不干燥。在这个地区设计路面,应严格控制砂砾垫层和级配砾石基层中的细料含量。在干线公路上砂砾垫层的经验厚度可视路基湿度情况取为30、40、50、60厘米。重车多的公路可再加10厘米。水文情况差的地段可用石灰处理砂砾垫层和级配砾石基层。路基设计中要注意排水系统的完整性,填方路基高出原地面不宜小于60~80厘米,在农业区尤其要重视这个问题,不能用边沟作为农用灌渠。

盆地边缘区是指柴达木盆地的近山区。这里气候干燥,风沙大,植被少,大部分为荒漠。多有粗细不同的砂砾石,个别地区为细砂,缺少或根本没有粘性土,粉性土也不多见。近山区漫流引起水毁是路基设计中要仔细考虑的。一般需在路基上侧筑截水沟,分段汇入涵洞,排到路基下方。涵洞一般每公里可设2~3道。路基是用砂砾料堆成的,因此路面强度和水稳定性的问题不突出。当为细砂路基时,可每隔30厘米填高撒布10厘米厚的砂砾,达到干稳定的目的。黑色路面施工用油量可取上限值。青海的托土山以西的伊克高里、诺木洪、大格勒一带、当金山至叉路口、牛鼻子梁一带以及当金山至大柴旦均属这一类型,接近茫崖镇石棉矿、油沙山一带也属这一类型。

多年冻土区分布在海拔4000米以上的唐古拉山、巴颜喀拉山、江仓等地。地表层每年9月左右开始冻结,次年5月开始融化,冻结期在八个月以上。路基在热融作用下易产生滑塌、泥流、沉陷、冻胀翻浆等病害。根据冻土的总含水量和融化后的潮湿程度,可分为少冰冻土、多冰冻土、富冰冻土、饱冰冻土和含土冰层。查明冻土上限和土类的

别、总含水量,查明冻土地区的不良物理地质现象则是做好多年冻土地区路基路面设计的根本。在饱冰冻土和含土冰层以及含水量较大的富冰冻土地段宜采用保护多年冻土的原则来设计,尽量避免挖方。采用保护多年冻土上限不下降的最小填土高度 H_1 和防治翻浆、冻胀的最小填土高度 H_2 。填方边坡脚要放缓,并采取保温措施。截水沟、边沟要远离路基坡脚,路基附近的植被要保护好,以防止流水热源及直接日照引起路基不均匀下陷。不得已情况下才考虑挖方路基,但要采取基底部分或全部换填以及地面保温措施。正在试验的浅色路面虽然对减少路基的热融是有益的,但因造价太高,只用在路基填高不足或少数挖方路段上。

盐渍土区主要分布在柴达木盆地。尽管局部地区硫酸盐含量相当可观,但就盆地总体来讲则属于超氯盐盐渍土。

这个地区气候的显著特点是干燥。年蒸发量比年降雨量约大230多倍。昼夜温差大,多大风。在这个地区由于气候干燥,氯盐晶体起到了骨架作用,路基设计时只要做好防水措施,超氯盐仍然是可行的。但用 Cl^-/SO_4^{2-} 比值作为衡量盐渍化性质的指标,由于含盐量大,硫酸盐的膨胀破坏作用相当明显。实践表明:限制硫酸盐含量在2%以下对于限制盐胀有重要意义。因此,在这个地区设计路基路面,首要的是要查明沿线土壤的含盐量和含盐成分。对付硫酸盐膨胀的主要办法是换土、隔温、石灰处理,其效果如何正在验证之中。在氯盐地段(硫酸盐含量在2%以下),路面总厚度控制在25~30厘米左右。在硫酸盐含量为2~5%的地段,路面总厚度应较氯盐地段的厚一些,目前暂取40厘米以上为宜,并辅以其他措施。在接近盆地地段,由于地下卤水位较高(在80厘米以内),因此对于卤水(比重1.27,含盐量31~33%)的毛细上升能力尚待考证。但从实地考察来看,其上升能力小于淡水的上升能力。因此,路基的临界高度可以小于一般路基的临界高度。该地区筑路材料奇缺,因此,大有必要根据筑路材料来源,进行技术经济比较,得出合理的结构方案。

青海公路施工既没有南方各省填土打夯的习惯,也没有足够的碾压机械,路基压实度不足是施工中的一大缺点。因此,常常出现路面交付使用不久,平整度就下降的弊病。在半填半挖路段和高填方路段常常出现宽大的裂缝。

四、路面垫层

目前,省内砂砾垫层的断面形式有全铺式和槽式两种。虽然槽式断面用料较省,但使用品质不如全铺式断面。全铺式断面路肩及路面边缘有一定的强度,利于行车。从排渗砂砾垫层中的水分来说也是全铺式为优。当设计交通量较小,计算的路面垫层厚度较小时,应考虑当地的经验厚度,或者采用防冻厚度。这种作法对于有效地延长路面整体的使用年限是十分有益的。

控制砂砾料中的细料含量和5毫米以上颗粒含量,是垫层施工中重要的一环。一般说可以用级配路面规范中的5号或6号级配来控制垫层材料的质量。由于5号或6号级配是一种级配范围很宽的级配,因此,应以小于0.5毫米颗粒不超过10~15%,大于5毫米颗粒不小于65%这样两个技术指标为据。由于使用的是天然砂砾,施工时不再筛选或组配,因此,施工管理中应特别注意这个问题。用漂石代替砂砾材料虽然从强度和水稳定性方

面来讲是有益的,但是从碾压工作的效果上来看则是欠妥的。当砂砾材料细料含量过大,超过规范标准时,石灰稳定砂砾是一种有效的技术措施。

五、路面基层

由于压实设备不足,20年来,青海在铺筑黑色路面时,垫层和基、面层分年施工,以求行车补充压实。这种跨年度施工法对于降低成本,提高质量是无益的。由于砂砾被车轮挤跑一些后造成路面失形,坑槽、搓板连片,不仅严重降低了垫层表面的平整度,而且还大大增加了次年的基层工作量,提高了工程成本。有的施工单位和养护单位为了使当年修筑的砂砾垫层表面稳定,行车后减少变形,于完工的垫层表面撒布、甚至是大量撒布粘性土或粉性土,这样做对于垫层、基层的水稳定性是很不利的,因此,以后凡在需要维持通车的路段上进行公路改建,应在逐渐增加碾压设备的基础上,争取垫层、基层、面层当年完工。

过去强调黑色路面下的级配砾石基层要用“红粘土”作结合料,其实这是不必要的。甚至,使用不当还是有害的。青海除东部农业区外,大部分地区没有粘性土,因此,用低粘性土作级配砾石的结合料有重要的经济价值。许多公路均已使用了这项试验成果,效果是良好的。在潮湿地段,级配砾石应掺灰处理。

要提高黑色路面的平整度,就要恢复过去作级配层放样挂线的做法。路面分段钉出边桩、中桩,钉上钉子挂上线,然后铺料碾压。平整度检查应按规定的办法进行。如用3米直尺检查,则应连续检查10尺。

水泥稳定砂砾基层也是一种良好的基层。国外这种结构用得较多,而且是作为低质材料出现的。我们因为水泥产量有限,水泥价格较高,还用得很少。但是,如果远离石灰产地的工点,需用石灰处理,倒也可以考虑用水泥来处理的,因为水泥的剂量少于石灰。

六、路面面层

目前,青海公路路面的黑色面层有两种形式:表面处治和贯入式。施工方法均为热法。

表面处治都是用层铺法施工的。在国外只用在次等级的道路上。这种方法在青海已延续了20多年。这种施工方法有许多缺点,主要是:材料用量比同厚度的拌和法多20~25%;为获取层铺法矿料需筛分,而在养护时又需将细颗粒部分回撒到路面上去,这种既筛分又回撒的办法是费工的;且从全省来看,施工油量是偏大的,致初期养护费工费料,且有相当长的成型期。成型期中价格昂贵的矿料飞散于路基两侧及路肩上,而且没有引起人们的注意。拌和法可以消除上述缺点,但目前我们的拌和设备不够。

青海冬季较长,黑色路面开工迟,收工早。每年九十月份所铺黑色路面要到来年四、六月份才能反油,对路面的使用质量是有影响的。采用冷法施工在青海有其特殊意义。现在正在试铺的乳化沥青是一个方向,应该引起我们注意。

正确掌握用水量是形成粗面的起码条件。目前我们的油量偏大,用的是砾石,尚待改进。最好能掺加一些碎石,即使现在做不到,也应逐步创造条件做到。

我们做过河卵石铺成的路缘石,也用砖做过路缘石,没有用过混凝土缘石。有许多

公路上根本不用路缘石。看来还是以用路缘石为好,它可以使路面宽度得到充分利用。

现在在干线公路上用2.5厘米厚的三层式表处,其实在交通量不大的支干线、地方道路上,只要路基强度和稳定性得到保证,1.5厘米的单层或双层表处也是可以的。

对完工路面加强强度验收工作,对提高质量、总结设计与施工经验是很有益的。它对于改进设计和施工均有重要意义。在这方面我们还要积累竣工季节的季节系数,使强度检验办法日臻完善。为确保完工路面达到设计强度,施工单位应在施工过程中加强基、垫层强度的自检工作。

在黑色路面完工后的接养问题上,我们还存在接养不及时缺点。有的属于施工遗留问题,而不能及时接养;有的属于养护管理上的问题而不能及时养护。黑色路面初期养护是施工过程的延续,抓好初期养护对于延长路面使用寿命有重要意义,这是需要改进的。

青藏公路西宁至格尔木段路面基垫层 和路基排水调查与设计*

按照中国公路自然区划,青藏公路西宁至格尔木属于Ⅲ₃、Ⅶ₁和Ⅶ₂区。根据我们的体验,在托土山以东和托土山以西地区筑路,自然情况有较大的差别。托土山以东(简称东段)为潮湿翻浆区,托土山以西(简称西段)为盆地干旱区(或称盆地近山干旱区)。东段地区虽然年蒸发量超过年降水量达10多倍,但因原有路基土为粉性土(以粉土和粉质轻亚粘土为主),因而道路主要病害为翻浆或原有路基路面整体强度不足。路面黑色化的主要问题是保证路基路面整体强度和水稳性符合黑色化的要求。西段地区年蒸发量超过年降水量也有10多倍,但因原有路基土为中细砂或砂砾,大部分路基即使不做处理,也能满足路面强度和水稳定的要求。这个地区是盆地的近山区,路面黑色化的主要问题是保证路基不发生大量水毁和保证细砂路基的干燥稳定性。

一、东段调查与设计——补强及翻浆处理

东段调查与设计包括复线0~30k(西川南路),266~500k(小水桥至托土山脚下)以及黑马河路段路面破坏原因调查。

(一) 野外调查

1975年春融季节(0~30k为3月中旬,266~500k为4月中旬至5月中旬)进行了以弯沉测定为主的综合调查。调查工作内容包括听取施工、养护单位及道班的意见;每100米测定车道及车道边缘处的回弹弯沉;每300米或500米挖取探坑;查明原有路面结构、厚度、材料组成;记载原有路面搓板、坑槽、翻浆、水淹等病害;记载排水系统完善情况。全部调查结果汇列在“青藏公路路基路面补强设计综合调查”文件中。下面,我们以305~462k为例说明调查的主要结果。

据老一辈技术人员回忆,当时荒漠草原上挖出两条边沟就算建成了公路,根本没有路面,许多地方连草皮都未挖除。解放后大部地段没有做过路基路面工程,现有的一点路面材料是逐年养护形成的,厚度只有几厘米。1975年春融调查证明这种说法是正确的。

观察行车情况,可以看到司机尽量把汽车开在坑槽、搓板较少的路边上,但是汽车仍然是跳跃着前进。青藏公路路面技术状况与越来越大的交通量极不适应。

1. 路基

更恰当些说是没有路基。路线就地爬行。基本上不能形成最小填高的概念。从外观上看路基像个“浅挖方”,实际上是开挖边沟弃土,在边沟外侧地面上堆成了一条土垄,看上去路基呈“浅挖方”形式。路基上层20~30厘米范围内经常可以挖出草根。路基土

* 1980年。

主要为粉土和粉质轻亚粘土。

表层有一硬层,厚约10厘米,用十字镐才能开挖。这是青藏公路还能勉强维持那么多交通量的主要依靠。10厘米以下的土层基本上是原状土,用铁铤轻铲即可挖出。硬层的存失取决于上层土基湿度。

翻浆的四个条件在大部分路段上是存在的。尽管有些地段现在不翻浆,但是,如果水源因素恶化,出现翻浆的可能性是极大的。428k和434k翻浆就是两个典型。

2. 路基湿度

从气象资料上看,都兰地区年蒸发量较降雨量大14倍左右,应该说是干燥地区。但实际调查结果发现路基并不干燥。常见的相对湿度在0.5~0.9范围内。有个别地段因土壤类别关系才小于0.40~0.45。

调查表明路基湿度受土类的影响较大,每当遇到砂或砂土夹层,含水量就只有5~8%;遇到粉质亚砂土,含水量为10~12%。当砂砾层埋藏深度只有40~50厘米时,路基上层土,含水量一般不超过15%。这些情况对于提出疏干——补强设计很有启发。

3. 路面

只有在近年做过一些工程的地段才有路面。所用材料均为就地天然砂砾。表1中汇集了各路段原有路面厚度分布情况。可以看出305~462k基本上没有路面,是一条土路。

各路段实有路面厚度分布情况统计(%)

表1

实有路面厚度 (厘米)	0~10	11~20	21~30	>30*	平均厚度
分段里程桩号					
305~350k	77	8	10	5	9.3
350~396k	78	18	0	4	8.1
413.7~462k	65	28	6	1	9.3
305~462k总计	73	18	6	3	8.9

* 包括砂砾路基在内。

4. 强度

调查地段的强度主要受下面因素的影响:

- (1) 是否有路面,厚度为多少。
- (2) 路基土湿度大小。
- (3) 天然砂砾层埋深。
- (4) 是否有翻浆之类的病害。

高填方路基(例如桥头填土)因无路面或路面厚度太薄,或因填土质量关系,或湿度偏大,强度仍然可能不足。

综合上面的情况,托土山以东原有路况大体可以归纳为以下两点:

第一,近十年来没有做过工程的地段,基本上是一条既没有路面,也没有正式路基的土路;近十年来做过一些工程的地段,只要未与路面黑色化同时考虑的,现在要做黑色路面,其标准是不够的。

第二, 尽管沿线气候干燥, 但是路基土并不干燥, 不少地方只要水文条件一变, 出现翻浆、强度不足等是有可能的。

(二) 处理原则和补强厚度的确定

对青藏公路的处理不单是一个路面补强问题, 还应包括路基改善工作, 如平顺纵坡、处理病害、排除原有土基中的草皮、腐殖土等。

1. 两种处理方案的比较

针对青藏公路的技术状况, 表面处治前路基路面的做法可有两种:

(1) 一般做法。先按标准做好路基(指填高、压实、横断面等), 然后再按标准做好表处路面的垫层和基层。

(2) 青海的习惯做法。利用沿线天然砂砾, 把路基和路面垫、基层结合起来做。施工中加强管理, 注意选料, 保证天然砂砾材料起到补强作用, 防止路面力学区聚水。省内简称这种做法为“提高路基”。

第一种做法的优点是路基、路面界限分明, 容易按通常的施工规范控制质量。路面材料经过筛选, 细料含量少, 补强、疏干效果较好, 所需路面材料数量较少。但是, 这种做法要有大量碾压工具, 需要洒水碾压和大量路面材料的筛配工作。要做到这三点在青海目前情况下暂时还有许多困难。单以碾压用水来说, 往往要到几公里, 十几公里以外的地方去拉运。施工用水概算价格最高的达14~15元/吨。砂砾筛选和掺配加工的成本也是较高的。

第二种做法的优点是路基和路面垫层一次施工, 工序少, 可以保证边施工、边通车。雨雪季也可施工(如做土方路基, 一遇雨雪就无法通车)。利用行车碾压、借助自然因素作用, 克服碾压工具不足的困难。相对来讲, 沉落速度比土方路基来得快。天然砂砾在沿线有比较大的蕴藏量, 除个别地段外, 材料运距一般也都不超过3~4公里。不少地段路线两侧就有这样的材料, 便于使用民间运输工具(如畜力车、手扶拖拉机)解决运力问题。这种做法不需筛选, 不需掺配, 施工方法和土方工程相同, 主要工序为清除覆盖土、挖、装、运、填、回空和整平。施工计价办法与土方工程相同。但缺点是路基路面不分明, 天然砂砾未经加工、细料含量不易控制, 施工管理稍有放松, 就会混杂许多覆盖土。过去一些工程中因砂砾料中细料含量太大而使工程失败的教训是有的。

为了克服青海习惯做法的缺点, 在设计中应考虑沿线天然砂砾的质量。对于细料含量略偏大的地段, 适当加厚补强层厚度。施工中加强管理, 选择适当的料场, 认真清除覆盖土, 按规范要求, 限制细料(小于0.5毫米颗粒)含量在15~20%以下。纵断面设计填高超过60厘米的非病害(指不翻浆)路段, 60厘米以下部分可用就地土填筑, 但必须注意压实和保证通车。挖方地段必须挖到设计补强层底面, 然后用天然砂砾回铺到设计标高。

2. 设计交通量和允许弯沉

复线西川南路路面设计交通量为解放牌2 000辆/日。确定路面设计交通量时, 考虑到正线交通量将得到分流的因素(青藏正线0~20k现有交通量达7 000辆/日, 但路面宽度仅为7米)。

规范规定表面处治设计使用年限为6年。考虑交通量的增长, 考虑重车换算为轻车