

道碴桥面预应力混凝土桥梁的反拱设置

铁道部专业设计院 胡谨初

对于道碴桥面的混凝土桥梁（包括普通钢筋混凝土梁和预应力混凝土梁），为了稳定道床及增加弹性，对于轨枕下面的道碴厚度，设有相应规定。

现行《铁路工务规则》第85条规定：有碴桥面上的碎石道床总厚度当为木枕时，应为250毫米；当为混凝土轨枕时应为300毫米。

在1959年颁布施行的《铁路桥涵设计规范》第44条规定：“流水坡分界处枕木下面道碴的厚度（自枕木底到防水层上的保护层顶），通常不得小于20厘米。如有困难可减至15厘米。”

在现行的1975年实施的《铁路工程技术规范》第二篇《桥涵》第2—35条，又重新规定为“道碴桥面的梁上应铺设碎石道碴，轨下枕底道床厚度不应小于25厘米，如有困难时可减至20厘米。”在即将颁布实施的《铁路桥涵设计规范》（TBJ2-85）中，也沿用此规定。

这表明现行桥规及即将颁布实施的新桥规对这个问题的规定，其标准要高于过去的桥规，这是由于考虑到机械化养路时电镐插入道碴深度的要求，以及将来更换混凝土轨枕的需要。

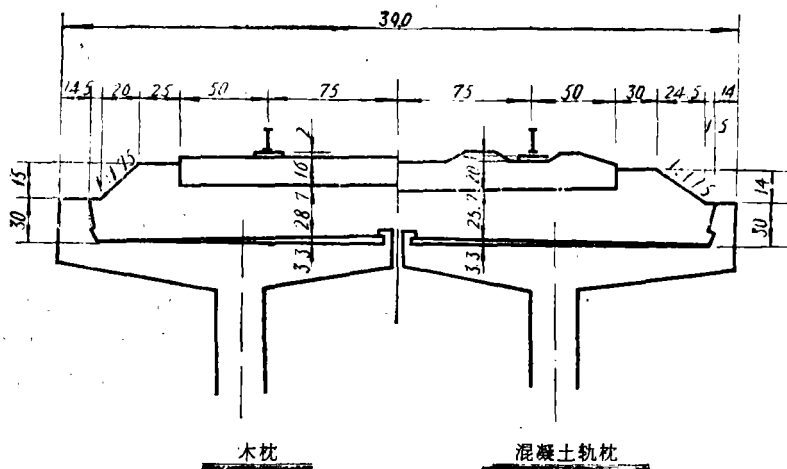
按照现行标准，在直线上铺设木枕及混凝土轨枕的道碴桥面布置情况如图一所示。

从图1可知，当为普通钢筋混凝土梁时，木枕下面道碴总厚度为28.7厘米，混凝土轨枕为25.7厘米，基本上还能符合上述要求。

即使在这种情况下，还应考虑下列二个不利因素：

1. 桥梁位于坡道上，但桥梁本身平置，需要占用道碴厚度来调整坡度，

2. 由于桥梁墩台、顶帽的正误差，以及梁体高度的正误差。



$V = 60 \text{ km/h}$

图 1

对于预应力混凝土桥梁，由于预应力钢筋集中布置在下翼缘，当预施应力后，系偏心受压，梁体即向上拱起，产生了上拱度，如图2所示。这上拱度就要占用道碴的厚度。由于上

拱度在跨中最大,至梁端处为零。因此,最不利情况是在跨中附近。

如以目前标准设计中跨度最大的32米预应力混凝土梁为例,经计算,预施应力后的弹性上拱度,扣除自重影响,仅3厘米多,而实际上均不止此数。据有的工厂测定,在厂内的上拱度一般达5~6厘米,如存梁时间较长产生一定徐变后,个别还有达14厘米的。当然,有的工厂就好一些。这是由于:

1. 混凝土弹性模量的离散性较大。
2. 如采用二次张拉工艺,则混凝土弹性模量的折减就很明显,相应地说,上拱度要增加;如采用一次张拉工艺,情况就有利一些。

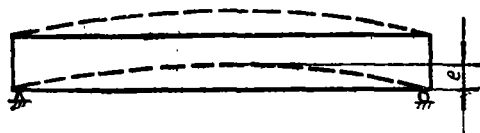


图 2 实线为钢筋混凝土梁,虚线为预应力混凝土梁

3. 混凝土在预应力钢筋预压力的长期作用下,还要产生徐变。据有关资料介绍,徐变一般要3~5年才能最后完成。由徐变引起的变形将达弹性变形的1.5~2.0倍,是相当可观的。

由于上述原因,预应力混凝土梁的道碴厚度,即使在木枕的情况下,已达不到规范的要求;在混凝土轨枕情况下,差距更大。

目前,在混凝土桥梁上使用的轨枕,仍为木枕。这是由于混凝土轨枕在桥上有护轨的情况下,有些问题尚待解决。但是以后为了节约木材,必将逐步过渡为混凝土轨枕。铁道部专业设计院已为此进行了一些试验性设计。

由于预应力混凝土梁上的道碴厚度不足,工务部门对此反映较强烈。

目前,工务部门一般是采取下列措施来解决:

1. 如线路标高尚不控制,适当抬道,以增加道碴厚度。
2. 将桥墩台钢筋混凝土顶帽标高下凿降低。
3. 凑合使用,由于木枕的弹性及塑性较好,如相差不多,就勉强使用。

上述第1法简便易行,但要引起整个区段的抬高增加了投资,并增加桥梁负担;

第2法费工麻烦,在营业线还要要点;

第3法线路条件变差,增加列车冲击。

因此,都不是根治的办法。如以后推行混凝土轨枕,这矛盾将更突出,不仅要求更厚的道碴层,而且混凝土轨枕脆性大,易于折断,更不能凑合使用。

因此,还应找出更完善的解决办法。

1971年,铁道部丰台桥梁厂、专业设计院、科学研究院组成三结合小组,试制试验跨度32米整孔箱形无碴无枕预应力梁时,考虑到无碴梁没有道碴可以调整标高,而弹条扣件的调整范围仅+20毫米、-10毫米,远远满足不了调整上拱度的要求,因此首次采取了反拱措施。

当时集中考虑了二个方案,见图3所示。

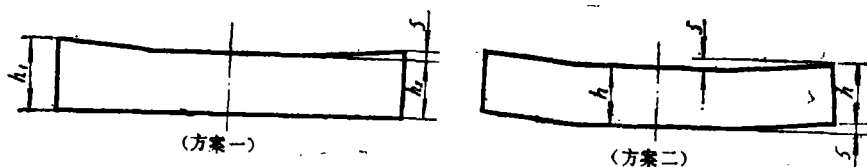


图 3

方案一的优点是底模及侧模制造方便。但其缺点是:

1. 跨中梁高与端部梁高不一致, 梁部的建筑高度应按较高的端部梁高考虑, 这就无形中增加了桥梁的建筑高度;

2. 由于梁高不等, 腹板箍筋的高度也不尽一致, 这给下料、成型、存放、绑扎都带来了麻烦。

方案二的优缺点刚好和方案一相反。

当时, 考虑到模板制造仅是一次性的问题, 其他问题都是经常重复出现的问题。因此, 采用了方案二, 即在梁顶和梁底均按抛物折线设置反拱 5 厘米。

经过施工实践, 发现在设置了反拱后, 在工艺上并无什么不便之处。

经过实测, 四孔无碴梁在预施应力三个月后的实际上拱度为 7~8 厘米, 超过了反拱值 5 厘米。

最近一、二年, 丰台桥梁厂在按专桥 2019 制造跨度 32 米道碴桥面预应力梁时, 也在梁顶和梁底按抛物折线设置了反拱 6 厘米, 这在工艺上也无不便之处。

经过实测, 三片梁在 100% 张拉完后上拱了 5.5 厘米, 厂内存梁一年后的弹塑性上拱度达 8.7 厘米, 超过了 6 厘米反拱值。

上拱度与桥梁的类型, 预施应力方式以及所用的粗细骨料均有影响。

此外, 预应力混凝土梁在架设完毕, 铺上道碴、线路材料、人行道支架及步板后, 又将产生挠度, 以平衡预设的反拱。

在通车运营后, 列车通过桥梁又将产生挠度。

因此, 反拱的数值应根据上述诸因素确定。

如以桥梁制造与桥梁养护作比较, 则前者过程短暂, 后者却是成年累月, 重复次数很多。因此, 在预应力混凝土桥梁上设置反拱既可降低工程造价, 又可改善线路与桥梁运营条件, 是具有现实意义的。

在铁道部标准 TB1496-84《预制后张法预应力混凝土铁路简支梁》中, 已规定当跨度大于 20 米的后张法预应力混凝土梁, 应设置反拱。同时, 该标准还规定梁的上拱数值不应大于 30 毫米。

据此, 各混凝土桥梁厂均已纷纷设置了反拱, 情况如下表所示:

工 厂 别	跨度 (米)	反拱数值 (毫米)	使 用 情 况
丰台桥梁厂	32	60	100% 张拉完后上拱 55 毫米, 存梁一年上拱 87 毫米。
	24	25	
株洲桥梁厂	32	50	未设反拱时, 静载试验时为 56 毫米
			100% 张拉完后 10 天, 一般上拱 60 毫米以下, 张拉 30 天后上拱 65~70 毫米, 2 个月约 70~75 毫米。
南京桥梁厂	32	38	基本符合
谷城桥梁厂	32	36	100% 张拉完后, 上拱 36 毫米, 一个月后上拱 65 毫米

续上表

工 厂 别	跨度 (米)	反拱数值 (毫米)	使 用 情 况
成都桥梁厂	24	30	
	32	40	
房山桥梁厂 养马河桥梁厂	24	30	
	32	50	

上表使用情况中的上拱, 均未扣除预留的反拱数值。