

# 预应力锚具锚下病害原因分析及建议

李国平<sup>1</sup> 谢正元<sup>2</sup> 沈 殷<sup>1</sup> 朱万旭<sup>2</sup> 蒋业东<sup>2</sup>

(1 同济大学 上海 200092 2 柳州欧维姆机械股份有限公司 广西柳州 545005)

**摘 要:**近20年来预应力技术在我国桥梁工程中得到了迅速发展, 预应力锚固技术也日趋成熟, 但同时预应力锚具的锚下病害问题也日益突出。通过对预应力锚具的锚下病害分析表明, 出现病害的原因主要包括两个方面: 其一是缺乏强制性的锚下荷载传递性能试验标准; 其二为锚具产品制造的规范不完善。基于锚下病害的严重性和普遍性, 建议对锚具产品性能指标制定更完善的国家标准。

**关键词:**锚下病害 预应力 荷载传递性能 锚具

随着我国经济和交通基础设施建设的不断发展, 预应力技术在我国桥梁建设中得到了广泛应用。但是, 预应力锚具的锚下病害问题也正日益影响着预应力结构的安全性、可靠性及耐久性。本文针对国内预应力锚具的锚下常见病害, 分析发生的原因, 提出可供参考的建议。

## 1 锚下常见病害

预应力钢束巨大的预压力通过锚垫板传递给锚下混凝土, 产生着很大且复杂的局部应力, 锚下荷载传递性能成为锚具产品设计的指标。为满足锚下混凝土的局部承压要求, 锚垫板和螺旋钢筋受力的合理性是产品设计的的主要内容之一。当前, 锚具的锚下病害主要反映在锚垫板碎裂和锚下混凝土开裂或崩裂。图1为由于锚垫板碎裂而导致的病害, 图2中出现的锚下混凝土开裂现象在预应力混凝土结构中具有一定的普遍性, 更严重的病害如图3所示的锚下混凝土崩裂、压溃。



图1 锚垫板碎裂



图2 锚下混凝土开裂



图3 锚下混凝土崩裂、压溃

## 2 锚下病害的主要原因

预应力锚具锚下病害出现的原因是多方面, 除去结构施工和设计方面的问题, 单从锚具产品来看, 主要存在以下两个问题。

### 2.1 锚下荷载传递性能无强制性标准

目前, 数值分析还很难精确得到锚下混凝土的受力状态, 锚垫板和螺旋钢筋设计方案的可行性主要依据锚下荷载传递性能试验的结果。所谓锚下荷载传递性能试验, 是通过在埋置了锚垫板和螺旋钢筋的标准混凝土试件施加荷载, 测试重复荷载下混凝土的裂缝宽度和试件的极限承载力, 以判断锚下荷载传递的安全可靠性。

鉴于荷载传递性能试验的重要性, 在美国规范AASHTO、欧洲认证标准ETA013、国际预应力混凝土协会《后张预应力体系验收建议》(FIP1993)以及美国后张预应力协会PTI《后张预应力体系验收标准》等标准中, 对荷载传递性

能的试验方法和验收标准都做了详细规定。我国锚具产品设计的国家标准为《预应力筋用锚具、夹具和连接器》(GB/T14370-2000),但其中对锚具的规定主要为锚板、夹片及锚固效率,对锚下荷载传递性能没有任何规定或要求。正是这个缺陷,导致了国内一些锚具厂家对锚下荷载传递性能重视严重不够,也成为产品不规范竞争的方便之门。

## 2.2 锚具产品制造不规范

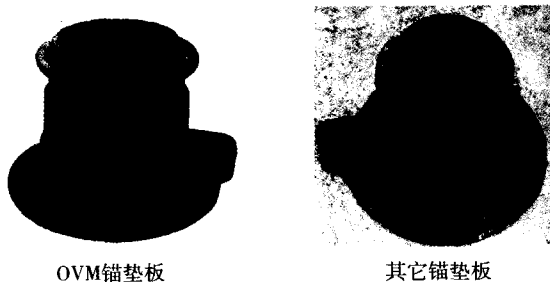
目前我国锚具产品市场混乱不堪,大小厂家林立,很多厂家根本没有产品设计、开发能力,只是通过大量仿制进行无序竞争,这种现象使得目前市场上预应力锚具的销售价格已接近低于成本价。一些厂家为求生存发展,低劣成本运作愈演愈烈,偷工减料成为维持运行的手段。相比以前的锚具产品,锚垫板和螺旋钢筋的尺寸及重量越来越小。这些产品已根本不能满足国际标准的要求,给工程质量带来了极大的安全隐患。锚具产品制造不规范主要有以下几方面:

### (1) 不经研发的仿制并随意改动原设计

锚下混凝土应力分析及锚垫板等设计,不仅需要机械方面的知识,更需要材料、力学等方面的知识。我国的锚具厂家大多是机械加工厂,或为不规范的生产作坊,对材料尤其是混凝土力学性能的了解甚少,再由于锚下混凝土应力的理论估算也很困难,大多数厂家靠模仿品牌产品进行生产。模仿时为了避免版权问题,在不理解受力机理和设计关键的情况下,将原产品设计随意更改,同时为降低生产成本还将产品尺寸任意减小、减薄,从而大大降低的安全储备、造成了极大安全隐患。

经过5年多时间的大量理论分析和试验研究,2007年OVM公司与同济大学桥梁工程系联合研制成功了圆塔形锚垫板并获得国家专利,但产品刚推广应用就被某些厂家仿制生产。由于它们不理解锚垫板的分级受力原理,便随意改变了各台阶的角度并减小了尺寸。之后,又在OVM圆塔形锚垫板的基础上设计了专用于C50混凝土的锚垫板(图4),将第一和最后一个台阶作为主支承面进行分散传力,但经一些厂家仿制后最后一个台阶被大大减小(图4)。这些修改必将严重

减弱分散传力性能,降低承载能力和锚下混凝土抗裂性。



OVM锚垫板

其它锚垫板

图4 OVM圆塔形锚垫板与仿制品

### (2) 锚垫板高度任意缩小

锚垫板的高度影响着钢绞线进入后的弯折角度,锚垫板高度越小钢绞线的弯折角越大、喇叭口的摩阻也越大。铁路客运专线桥梁工程要求锚口摩阻损失不得大于6%。国内某名优品牌锚垫板在工地现场实测值最大为5.8%,已经很接近标准限值,因此更短的锚垫板高度肯定达不到标准要求。图5为国内某名优品牌的3孔锚垫板与某厂家锚垫板的比较。

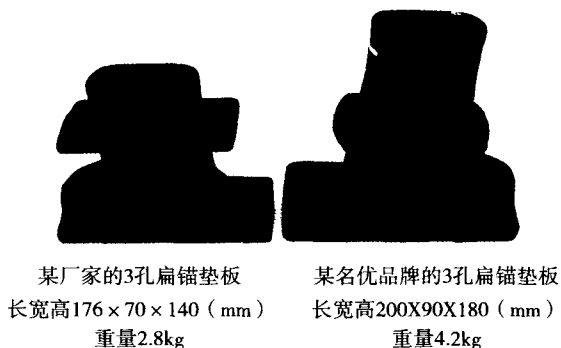
某厂家的3孔扁锚垫板  
长宽高176×70×140(mm)  
重量2.8kg某名优品牌的3孔扁锚垫板  
长宽高200×90×180(mm)  
重量4.2kg

图5 不同厂家的3孔锚垫板对比

### (3) 锚垫板的承压面越来越单薄

为了减轻锚垫板重量、减低成本,国内某些厂家锚垫板的承压面板和加强肋越做越单薄(图6),承载能力也越来越差(图7)。

### (4) 材料质量越来越差

国内某名优品牌锚垫板的材料为灰铸铁HT200,其极限抗拉强度可达到200MPa,而某些企业为降低成本,材料的抗拉强度甚至连150MPa都达不到,而锚垫板产品送到工地后很难化验其原材料成分,也就没有标准对其进行限定了。

(下转第35页)

单根检测相比,整体张拉解决了单根张拉时提起钢绞线夹片松动的问题,同时提高索力检测的全面性,增强了斜拉索锚固的安全性。磁通量索力监测系统的安装,与索力检测同步进行,实现了对每个传感器的现场标定和校核,弥补了试验室模拟标定的不足,保证了传感器的精确度要求,其方法简便实用、安全可靠。夷陵长江大桥整索

(上接第25页)



某厂家的5孔圆锚垫板 重量:4.1kg  
某名优品品牌的5孔圆锚垫板 重量:6.3kg

图6 不同厂家的5孔锚垫板对比

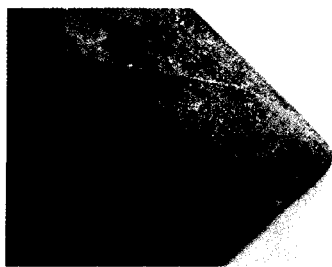


图7 某厂家锚垫板在工程应用中加强肋出现的裂纹

#### (5) 螺旋钢筋尺寸越来越小

螺旋钢筋又称抗劈裂钢筋,外套于锚垫板的下方,对锚下核心混凝土起约束增强作用和抗劈裂作用。因此,在设计螺旋钢筋时,应通过分析锚下混凝土的受力状况以确定螺旋筋的尺寸,并通过锚下荷载传递性能试验进行验证。但是,为了减轻重量而降低成本,很多厂家将螺旋钢筋的螺旋直径和钢筋直径减小很多。如某厂的9孔螺旋钢筋尺寸为 $\phi 168 \times \phi 12 \times 55 \times 4$ (mm),重为1.88kg,但国内某名优品牌相应的螺旋钢筋为 $\phi 200 \times \phi 14 \times 50 \times 4$ (mm),重3.05kg;15孔螺旋钢筋尺寸为 $\phi 210 \times \phi 12 \times 60 \times 5$ (mm),重仅为2.94kg,而某名优品牌为 $\phi 250 \times \phi 14 \times 50 \times 5.5$ (mm),重达6.84kg。

综上,标准不完善的锚具产品在无序的竞争环境中逐渐走向仿制、短斤缺两、材料劣质化,

索力测试与磁通量监测方法为成桥后的同类斜拉索索力测试和监测探出了一套新的思路和工艺。

#### 参考文献

- [1] 柳州OVM公司《磁通量传感器索力监测系统应用指南》. 2008.5
- [2] 柳州OVM公司《夷陵长江大桥索力监测方案》. 2010.6
- [3] 合肥VSL公司《夷陵长江大桥索力检测方案》. 2009.8

导致锚下荷载传递性能大大下降,承载能力和混凝土抗裂性明显不足。值得注意的是,在实际工程结构中,一旦出现锚下混凝土开裂等病害,通常是采取增强锚固区普通钢筋,很少对造成混凝土开裂的锚具产品提出质疑。由此,锚固区不断增强的普通钢筋也间接助推了锚垫板短斤缺两、材料劣质化及螺旋钢筋不断缩减的恶性循环。

### 3 建议

事实上,克服锚具锚下混凝土病害的最有效方法,就是强制进行锚下荷载传递性能试验,任何出现在产品中的设计缺陷、短斤缺两及材料劣质等影响锚下承载力及锚下混凝土抗裂性能的问题,都将在这个试验中呈现出来。这也正是国外标准对荷载传递性能的试验方法和验收标准都进行详细规定的原因。因此,我们提出如下建议:

(1) 为了确保锚具产品安全、可靠,避免锚下混凝土开裂等病害,有关管理部门应将锚下荷载传递性能试验作为国标中的一个强制性的规定,制定出相应的试验方法及验收标准。

(2) 在相关标准没有颁布前,应让设计单位充分认识锚下荷载传递性能试验的重要性,使它们通过设计文件对锚具产品的锚下荷载传递性能试验提出验收要求。

(3) 业主应从工程设计使用年限内安全、可靠、耐久及经济合理的高度支持设计单位的要求,对锚具产品的选用进行深入监督,避免片面追求初期投资最低的管理手段。

#### 参考文献

- [1] 美国规范AASHTO
- [2] 欧洲认证标准ETA013
- [3] 国际预应力混凝土协会. FIP1993《后张预应力体系验收建议》[S].
- [4] 美国后张预应力协会. PTI《后张预应力体系验收标准》[S].
- [5] 中华人民共和国锚具产品的国家标准. GB/T14370-2000《预应力筋用锚具、夹具和连接器》[S].