

广深铁路桥支座反力测试及高程调整施工技术

赵 林

(中铁十五局集团第四工程有限公司 河南洛阳 518102)

摘 要:通过分析深圳地铁施工对广深铁路桥产生影响的原因,阐明为确保广深铁路桥安全而采取技术措施的必要性,提出支座反力测试及高程调整的有效方案。

关键词:铁路桥; 支座反力测试; 高程调整

中图分类号:U443.36 文献标识码:B 文章编号:1004-2954(2004)05-0051-03

1 概述

(1) 工程概况

广深3条线的铁路桥17号~21号桥墩的上部结构为10.56 m + 12.5 m × 2 + 10.56 m 四孔一联的低高度部分预应力混凝土连续梁,21号~25号桥墩的上部结构为简支梁;桥墩基础为4根 $\phi 550$ mm 的预制管桩,桩长15~17 m,钢筋混凝土墩台,桩端持力层为强风化花岗岩。其中,中桥是1986年竣工,东桥是1987年竣工,西桥是1997年竣工。

深圳地铁一期工程老街至大剧院区间暗挖单洞双层重叠隧道在线路里程 SK2 + 035 ~ SK2 + 055 处,直接从 21 号、22 号桥墩之间穿越铁路桥,设计确定对 3 条线路的 21 号和 22 号桥墩共 6 个基础进行主动托换。为保证在地铁施工期间广深铁路桥的行车安全,必须对桥梁结构变形进行严格监控。设计提出的监控标准是:墩柱顶竖向位移应小于 5 mm。

重叠隧道采用矿山法开挖,高 13.5 m,宽 7.2 m,距未托换的 20 号桥墩最近处不足 8.0 m,拱顶距地面 10.0 m。

铁路桥桩基托换平面图见图 1,立面图见图 2。

(2) 地质条件

该工点地质条件极其复杂,根据地质资料和人工挖孔桩(托换新桩)揭示,自地表而下依次为:杂填土、粉质黏土、淤泥质土、中细砂、砾砂层、砾砂卵石层、砂质黏土、砂质残积层及全风化、强风化、中风化和微风化花岗片麻岩。

虽然采用高压旋喷桩对暗挖隧道进行了加固,但从人工挖孔桩和旋喷桩抽芯检测来看,旋喷桩在砾砂卵石层成桩效果不佳,未起到止水作用,在挖孔桩施工

收稿日期:2002-11-20; 修回日期:2004-03-09

作者简介:赵林(1968—),男,高级工程师,1990年毕业于石家庄铁道学院工民建专业,工程学士。

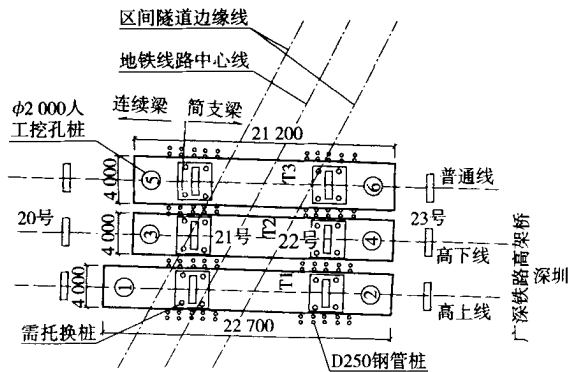


图 1 铁路桥桩基托换平面(单位:mm)

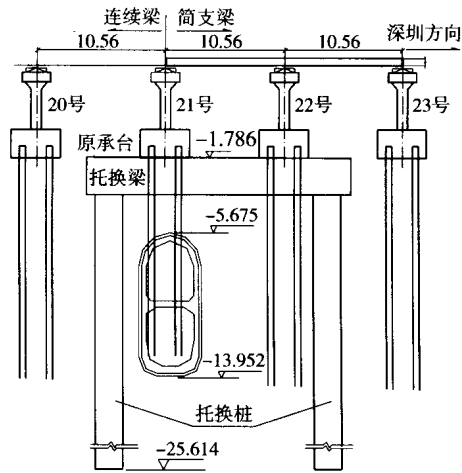


图 2 铁路桥桩基托换立面(单位:m)

期间曾发生井内涌砂现象。

(3) 监测概况

由于受暗挖隧道 3 次严重失水、竖井开挖 8 次严重失水和人工挖孔桩降水施工的影响,20 号左、22 号中、22 号右和 23 号中 4 个桥墩沉降值超过监控标准 5.0 mm,其中 20 号左桥墩累计沉降量为 6.4 mm,沉降速率达 1.66 mm/d。因此,暗挖隧道失水已严重威胁到广深铁路桥连续梁的安全。

2 采取安全技术措施的必要性

(1) 实施支座反力测试及支座高程调整的必要性

由于受地铁施工的影响,4个桥墩沉降值超过监测控制值5.0 mm,连续梁各桥墩的不均匀沉降有可能使连续梁17号~21号桥墩支座反力产生较大变化,从而使梁体产生过大的正负弯矩,引起梁体开裂,危及行车安全。

对广深铁路桥连续梁墩支座受力状态进行测定和支座高程的调整具有以下意义。

广深铁路桥已运行10多年,无法查明各桥墩的实际沉降量,故不能通过支座的位移估算连续梁体的受力状态;但通过实测支座反力,可以比较准确地计算出连续梁体的实际受力状态,评估连续梁体的安全度。

虽然目前未发现梁体产生新的裂缝,但梁体有可能已处于不利的甚至临界开裂的工作状态,而且,重叠隧道的开挖(尤其是桥下掘进过程中),必然引起地下水的损失、土体扰动和变形,尤其广深铁路桥的地质条件极其复杂,致使暗挖隧道施工极其困难,因此将不可避免地引起邻近桥墩继续产生沉降。这样,一旦明确连续梁体目前的实际受力状态,即可科学地制定监测控制标准,如果再增加支座高程调整的安全措施,就可以使广深铁路桥处于可控的安全状态。

(2) 对20号和23号桥墩加固处理的必要性

21号和22号桥墩已进行了桩基托换,托换新桩为 $\phi 2000$ mm人工挖孔桩,桩长25 m,桩端持力层为微风化花岗岩,暗挖隧道施工对21号和22号桥墩影响较小。20号和23号桥墩距暗挖隧道边墙最近不足8.0 m,19号和24号桥墩距隧道约19 m,各桥墩的差异沉降将会增大,危及到广深铁路桥的安全。在隧道施工过程中,由于地下水水位降低、土体扰动和变形,必将引起邻近桥墩产生较大的沉降,并有可能产生水平位移。原因如下。

地下水位的降低:重叠隧道的开挖,必然引起地下水的损失,从而引起邻近桥墩的沉降。根据施工监测信息分析,广深铁路桥对地下水位的变化极为敏感,如果在暗挖隧道施工过程中发生突发事件(如塌方或严重失水),还有可能引起邻近桥墩产生突然沉降。

土体扰动和侧向变形:重叠隧道的开挖,将不可避免地引起桩周侧土体的扰动和变形,破坏土体的原状结构,导致桩周应力释放,桥墩的摩阻力降低,桥墩产生沉降,并可能使桥墩产生水平位移。

3 支座反力测试

(1) 支座反力测试原理

支座为板式橡胶支座,弹性体,可在受测支座附近安装千斤顶,通过分级施加顶力,记录每一级顶力作用下的支座垂直位移量,绘制出顶力与位移之间的关系图,通过分析比较,即可得出支座的实际反力值。典型的测试原理图如图3所示。由于支座垫实状态的不同,实际曲线与典型曲线可能有所不同。

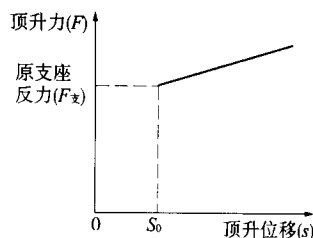


图3 支座反力测试原理

(2) 支座反力测试

为了保证铁路行车安全,根据广深线的实际情况,必须在夜间23:00~4:00时间段封锁线路后,才能进行施工。

首先在17号~21号5个桥墩上放置千斤顶,然后逐个测试17号~21号墩的支座反力。施工顺序为:21号桥墩 20号桥墩 17号桥墩 18号桥墩 19号桥墩。千斤顶逐个加力,在梁体顶动的瞬间,根据位移百分表、千斤顶的油表读数(为了准确测量支座反力,可在千斤顶上安装传感器),绘制梁体位移与顶力的曲线,推算实际支座反力,再进行下一个支座反力测试。

东西桥顶升时注意梁体的倾斜,如发现一侧梁体上升0.5 mm,而另一侧梁体没变化,则立即停止对千斤顶加压。严禁盲目加压,以致梁体严重倾斜导致开裂。

4 支座高程调整

(1) 支座反力调试原理

广深铁路桥为单墩双支座体系,如果某一支座的实际反力与设计反力值相差较大,必须进行支座调整。调整位移量按下述原理进行:按支座设计的反力值,分级施加顶力,记录每一级顶力下的支座垂直位移量,对每一支座绘出顶力与位移之间的关系图,即支座反力调试原理图,见图4。

在图上,纵轴(顶力轴)上按照设计反力 F_d 画一条平行与 S 轴(位移轴)的平行线,该线与顶力-位移曲线的交点对应的位移 S_d 减去 S_0 ,得出 $S = S_d -$

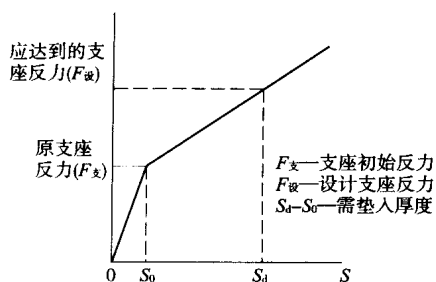


图4 支座反力调试原理

S_0 、 S 为支座所需垫入的高度。超顶后垫入钢垫片,回油后测试各支座的位移是否达到预期值,如不符合则反复调整,即可将支座反力基本调整到设计值。

(2) 支座高程调整方案

按照支座反力测试结果,计算分析得出各支座需要调整的位移量。

支座高程调整次序由调整量来决定,调整次序由大到小。逐个千斤顶加压,将梁底顶至需要调到的高程以上 1 mm,然后在支座的下底填充薄钢板或填充干硬砂浆;最后,松开千斤顶,完成该墩的支座调整。

支座调整完一次以后,再重新进行支座反力测试,此时实际的支座反力与设计的支座反力偏差在 5 % 以内。如果偏差超过 5 %,则需要重新调整支座,直到所有支座的实际反力与设计反力的偏差在 5 % 以内即可。

支座调整完后,检查全桥的高程情况和各支点情况,如有异常应立即分析原因并采取措施,同时检查线路轨道的方向和水平。只有在线路情况和桥梁情况符合要求,才能解除封锁,放行列车。

简支梁的支座高度调整比较简单,缓慢加压千斤顶,梁体顶至原始高程,将薄钢板或干硬砂浆塞进支座板底即可。

在支座调整的整个过程中,对梁体的沉降进行精密测量。采用静力式水准仪和千分表,精度达到 0.01 mm。

支座不宜多次调整,最多 2~3 次。18 号~20 号支座为盆式支座,受支座构造限制,累计调整量不宜超过 10 mm。

5 20 号和 23 号桥墩加固

所有支座调整以后,把千斤顶放置在 20 号~23 号桥墩临时支架上,施加设计顶力的 20 %,使临时支架与既有桥梁基础共同受力。

临时支架采用钢管桩基础,上部采用钢结构。

5.1 钢管桩

(1) 钻孔 钻机成孔 $\phi 300$ mm,钻至中风化岩层,

深度 20~24 m。

(2) 泥浆置换 通过泥浆循环,使水泥浆比例为 1:1。

(3) 下钢管 采用 $\phi 220$ mm,壁厚 6 mm 钢管,分节连接,下至孔底。

(4) 填充 下碎石填充管内及管与孔壁之间。

(5) 注水泥浆 注 1:1 的水泥浆,从孔底开始,直至孔口冒出干净的水泥浆。

5.2 桩顶联梁

钢管桩施工完成后,进行土方开挖、桩头处理、绑扎钢筋、预埋螺栓、安装模板、浇筑联梁混凝土。桩顶联梁尺寸为 30 000 mm \times 1 700 mm \times 1 200 mm。

5.3 钢构件制作

钢构件采用 500 工字钢和 $\phi 500$ 钢管,其加工与钢管桩同时进行,桩顶联梁强度达到设计强度的 70 % 后即可安装。

5.4 临时支架安装

$\phi 500$ 钢管与桩顶联梁采用螺栓连接,上设 500 工字钢,工字钢上安放千斤顶,顶紧梁底。

20 号、23 号桥墩临时支架只能作为辅助的受力结构,不能代替既有基础。暗挖隧道施工过程中要确保不能大量失水或严重变形,否则将造成墩台大量下沉、倾斜、承载力不足,使支座调整方案无效。单靠支座调整方案是不能保证墩台大量沉降情况下梁部结构安全的。

6 结语

在地铁暗挖隧道穿越广深铁路桥下的整个施工过程中,分别对铁路桥进行了 3 次支座反力测试和 2 次高程调整,高程调整位移量最大为 5 mm。当暗挖隧道结构完成 6 个月的效果分析,17 号~21 号桥墩的各个支座的反力值相差在设计值的 ± 10 % 以内,说明预应力连续梁的受力状态是稳定而安全的,确保了广深铁路的正常运营。

500 m 长钢轨收轨装置试验成功

日前,500 m 长钢轨收轨装置在南昌铁路局试验成功。这套装置由南昌铁路局科研所、鹰潭线路大修段和向塘长轨段联合研制。

据 2004-04-06《人民铁道》