

# 公路桥梁桩基检测中静载试验检测技术应用研究

雷军军

中大智能科技股份有限公司

**摘要:** 为了提高公路桥梁桩基检测效果,通过对某公路桥梁工程项目的研究分析,介绍静载试验检测技术开展桩基检测的相关要点以及注意事项。结果表明静载试验可以保证公路桥梁桩基检测的精度。由此可知静载试验检测技术可为公路桥梁桩基施工质量提供重要保障。

**关键词:** 公路桥梁; 桩基检测; 静载试验检测技术; 应用要点

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.11.055

随着公路桥梁项目建设的不断发展,促进了公路桥梁检测技术水平的不断提升,静载试验检测技术作为重要检测方法之一,在公路桥梁桩基检测中应用广泛,并且取得了良好效果。静载试验检测技术的优势在于准确性高、更加直接,因此在公路桥梁桩基检测过程中,应根据公路桥梁桩基施工实际情况,科学、合理的运用静载试验技术,加强公路桥梁桩基检测的结果。

## 一、工程实例

某公路桥梁工程项目,采用的是冲击钻成孔混凝土灌注桩,总桩数共计108根,根据设计单位要求,将II号桥-3号桩作为单桩竖向抗压静载试验检测的对象,桩基直径为1.2m,II号桥,桥梁单跨25m,桥台采用的为钻孔灌注桩,共计4根,深度为30m。根据本工程项目设计要求,必须选择不少于1根的桩基,开展轴向静载试验,以此确保桩基质量符合规范要求。

## 二、试验检测目的

通过公路桥梁桩基静载试验,可以获得公路桥梁桩基上施加的轴向荷载,且明确其轴向荷载与轴向运动之间关系,与此同时根据桩基静载试验结果,可以对桩基其他参数进行分析,具体包括桩基长期荷载-挠度、桩身侧剪力分布以及桩趾端部支座发育量等,以此检验桩基的承载力的极限力,为桩基安全系数的设定提供重要依据。除此之外,静载试验结果还可以作为多桩试验方案可行性评估的重要依据之一,一方面对不同桩型进行可行性分析,另一方面对试验场地进行可变性进行分析。本次公路桥梁工程项目,属于设计-施工总承包项目,由专业设计院负责本工程的设计任务,根据设计要求,轴向静载试验必须采用至少一根桩基,通过轴向静载试验验证设计是否满足规范要求。

## 三、试验检测设备及安装

根据本次公路桥梁工程静载试验要求,准备好仪器设备,具体如表1所示,将II号桥-3号桩作为静载试验检测的试验桩,1.2m直径的桩基,根据设计以及试验要求,试验设计荷载设置为1939kN,加载值增至2倍,最大设计荷载达到3 878kN。

表1 主要静载试验设备表

设备名称	型号规格	数量
静力荷载测定仪	JCQ-5031	1
分离式液压千斤顶	500t (0F500T-20B)	3
液压控制器	-	1
数显百分表	量程50mm	8
超高压油泵	B070-1-4	1
主梁	11×0.63×2.1 (21.3t)	1
次梁	9×0.6×1.2 (15.23t/个)	2
基准梁	-	2

试验设备主要三部分组成,即反力结构、观测系统以及荷载系统,其中反力结构又由四部分组成,主要包括主梁、次梁、连接结构以及锚桩,为了确保主梁和次梁受力均匀,需根据现场实际情况,确定主梁和次梁方向,针对锚桩,采用法兰、拉条与连接钢筋对其进行焊接,以此形成完整的反力系统<sup>[1]</sup>。安装试验设备时,需要遵循《建筑基桩检测技术规范》(JGJ106—2014)相关要求,试验桩与锚桩之间的间距必须大于2.5m,本工程试验桩与锚桩距离满足上述要求,但是受场地大小的限制,不满足5倍桩径,如图1所示。

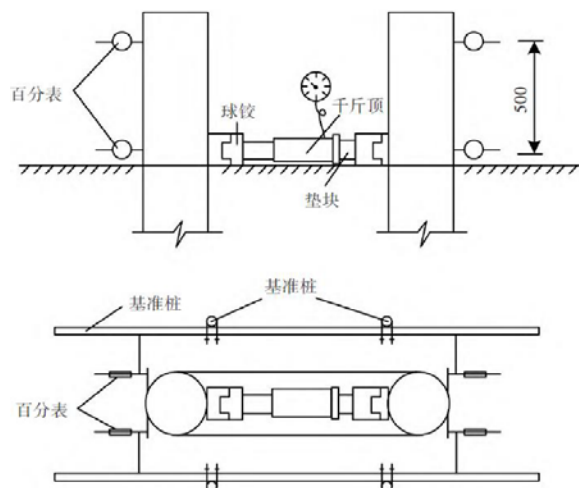


图1 试验设备安装示意图

由图1可知, 荷载系统主要由试验主机、压力传感器、百分表、千斤顶、球铰、垫块、等部分组成, 主要安装在基准桩之间。在试验过程中, 通过对该套系统的运用, 可以实现自动加卸载, 也能够准确记录各项数据。首先由油压传感器对加载油路进行测定, 获得油压力值和位移测量值, 根据油压传感器测定的相关数值, 主机与试验预设荷载值进行对比, 对电控油泵电源进行控制, 进而对千斤顶压力进行实时调节。该系统设备中油压传感器可以达到较高的测量精度(0.1MPa,)可以与1台500t千斤顶配合, 其压力读取精度可达1kN。在距离桩顶不少于200mm处桩侧对称设置4只位移计(0.01mm精度, 50mm量程), 保证测点间夹角为90°, 对试桩顶沉降量自动测读。在混凝土支座上固定基准梁, 并且在基准梁上安装和固定百分表的磁性表支座。

#### 四、试验加载和卸载

##### (一) 加载

对试验设备进行检测, 检测合格后, 按照桩基检测规定, 进行分级等量加载。按照最大试验荷载的1/8确定分级加载量, 即485kN。第一次的加载量可以取2倍分级加载量, 完成每级荷载加载后, 需要在固定时间对沉降数据进行记录, 在加载后的0-15min中, 分别在0min、5min、10min、15min记录, 之后每隔15min记录一次沉降数据。在监测每级荷载沉降数据时, 如果在60min时监测到的沉降数据小于0.25mm, 可以判断这一级沉降达到较为稳定状态, 针对维持荷载的时间, 最多不超过2h, 则可以加载下一级荷载。加载到最大荷载, 监测其沉降数据, 如果在60min时监测到的沉降数据小于0.25mm, 且维持荷载达到12h, 也就是该级沉降达到稳定状态时, 开始卸载, 如果未监测到稳定状态, 则需要继续维持最大荷载, 直至24h后再卸载<sup>[2]</sup>。具体维持加卸载的时间如表2所示。

表2 锚桩深度、承载力计算值

项目	试验加载限值F/kN	桩顶设计荷载/kN	试验计算值/kN $F_1=1.5F_0$	设计值/kN $F_0=F/4$
桥梁II-3	387.8	193.9	145.43	96.95

##### (三) 锚桩计算

根据下述式子, 计算锚桩<sup>[5]</sup>:

$$Q = 0.3 \sum f_s \rho_i + Q_{0i}$$

上述式子中, Q表示的为锚桩反力值, 单位t、 $f_s$ 表示为侧摩阻力, 单位kPa、 $\rho$ 为周长, 单位m,  $Q_{0i}$ 为该段锚桩自重, 单位t。

计算桩基自重:

##### (二) 卸载

通过测读数据判断达到加载终止条件的, 可以开展分级卸载。按照最大试验荷载的1/4确定分级卸载量, 即970kN。每级卸载时, 需要将卸载时间维持1h。在卸载后的0-15min中, 分别在0min、5min、10min、15min记录, 之后每隔15min记录一次沉降数据。完成卸载后, 需要静置12h, 对最终回弹数据进行记录<sup>[3]</sup>。

##### (三) 特殊情况处理

在试验过程中, 会碰到一些特殊情况, 即通过对沉降量或上拔量的监测发现其数值大于桩径的5%, 此时需要对最大荷载值进行准确记录, 卸载时, 要做到分级卸载, 并且按上一级有效荷载进行卸载, 在此过程中, 每次记录数据要间隔20min, 完成卸载后, 需要静载12h, 对最终读数进行记录。与此同时在加载过程中, 还需要监测桩基位移情况, 桩基在加载的作用, 若位移超过桩基直径15%, 可以判断该桩基受到破坏。本次试验中, 试验对象为直径1200mm的桩基, 此时通过监测桩基位移情况, 若超过180mm, 则桩基判定为完全破坏<sup>[4]</sup>。

#### 四、辅助桩承载力计算

##### (一) 计算说明

在计算该桥梁辅助桩承载力时, 拟采用反力法进行试验, 锚桩采用的是直径1200mm的钻孔灌注桩, 共设置2根, 按照2倍计算值设置锚桩反力。本工程钻孔深度为30m, 因此对于超过30m的钻孔深度部分, 无法明确其地质情况, 对此该部分可以按照30 m钻孔深度地质情况来考虑。针对辅助桩, 需要考虑其桩身自重。工程桩承载力与抗拔力相同, 与提供的反力相比, 工程承载力较大, 因此采用此方案, 可以省略验算过程。

##### (二) 锚桩深度、承载力计算

按照规范以及设计值, 对锚桩深度和承载进行, 具体结果如表2所示。

$$G=3.1415 \times 0.36 \times 2.35 \times 21=55.81t.$$

根据桩基自重结果, 得出:  $Q=102.51+55.81=158.35t>145.43t$ , 由此得出可满足规范要求。

#### 五、桩基静载试验检测控制措施

##### (一) 设备控制

单桩试验过程中, 应采用25mm后的实心钢板, 将其科学、合理的安装在整个桩顶区域试桩长轴上。对于测量设备, 应当按照最大预期测试其负载, 测试时, 可以

按照最大承载力的120%进行加载,如液压千斤顶额定负载能力,按照规范要求至少超过最大预期千斤顶负载的20%<sup>[6]</sup>。千斤顶、泵等加压设备及其管件,其安全压力必须与千斤顶容量相对应。在试验过程中,千斤顶的型号和容量必须保证统一,且通过为其安装压力计来检测故障和不平衡。在试验之前的6个月,需要对液压千斤顶、压力计和压力传感器进行校准,根据规范要求要达到最大预期千斤顶负载,校准后出具校准报告,该报告中应该涵盖千斤顶形成范围内对多个冲压的校准,其他内容包括环境温度等,在试验之前提供校准报告。试验过程中,要加强对试验设备的看管,尤其是液压千斤顶泵,应保证始终有人进行监管。针对自动顶升系统,需通过安装机械过载装置来调控紧急情况时的液压压力。

## (二) 荷载控制

通过液压千斤顶将试验荷载施加在试桩或群桩中上,施加试验荷载是,液压千斤顶要与试桩或者群桩保持一定的距离,通常情况下,不少于5倍锚杆或者试桩最大直径距离(不小于2.5m)。试验过程中,安装的锚桩数量必须符合要求,或者也可以安装锚固装置。为了减少反力对试验结果产生的不利影响,还需要考虑相关的影响因素,具体包括反力类型、反力深度、荷载、土壤条件等因素。土壤、钢材以及混凝土材料加载至箱梁或平台,对于其总重量,按照规范要求至少比最大预期试验荷载大10%。

## (三) 线形测量控制

在线形测量过程中,应根据规范要求选择适宜的刻度盘和电子位移指示器,最小行程不低于50mm。采用两个位移指示器,将其安装基准梁,以此达到桩杆与斜桩或群桩纵轴保持平行的目的,在距试桩中心或桩帽等距的轴对称点处作用于桩顶。之后采用两根平行梁,将其分别设置在试桩或桩帽的两侧,平行梁设置的朝向必须要远离锚桩,或者尽可能在距离槽最远的地方设置支撑。除此之外,在安装指示器时,也可以在距试桩中心或桩帽等距轴对称点上安装指示器,这样也可以达到桩杆与桩或桩群的纵轴保持平行的目的,以支承在参考梁上。

## (四) 安全和质量控制

在现场试验检测过程中,检测人员应按要求,必须佩戴好防护工具。由吊牌绳来控制悬挂或者摆动的荷载,且悬挂或者摆动荷载下放禁止站人。为了避免液压千斤顶发生偏心加载的情况,应将球形轴承盘设置在液压千斤顶中,对于轴承盘,要保证轴承盘安装牢固并对

中。工程师要科学合理的设计用于传授荷载的相关试验装置,包括试验梁、反力架、锚固装置及其连接和支架等,必须保证具有足够安全系数,经过审核合格以后,才能应用在试验过程中。针对试验梁、平台等,必须为其设置相应的支撑。试验检测过程中,必须遵照相关的规程、规定,根据工程实际情况,制定完善的质量和安全管理措施,具体要细化到现场检测、报告审核等环节,要全面贯彻“质量第一”的原则,确保试验检测的公正性、准确性、科学性,进而达到本次试验检测的目的。

## 总结

通过对本工程项目的研究得知,静载试验检测技术是一项较为常用的技术,在公路桥梁桩基检测中应用效果尤为明显。通过静载试验检测技术,可以更好的明确桩基的受力情况,为桩基顺利施工提供了重要依据。本次静载试验检测中,桩基检测涉及了多个环节,包括试验检测技术、荷载加载和卸载、承载力计算等等,每个环节都需要试验检测人员严格把控,才能保证桩基静载试验检测的效果。除此之外,本文还提出了桩基静载检测控制措施,希望能够加强相关工作者对静载试验检测技术的进一步认识,并且提高对静载试验检测操作水平,今后能够更好的将静载试验检测技术应用在公路桥梁桩基检测中,进而推动公路桥梁的不断发展。

## 参考文献

- [1]李学斌.我国公路桥梁工程的试验与检测技术分析[J].城市建设理论研究(电子版),2022(34):79-81.
  - [2]闫朋.高应变动测法在桥梁桩基检测中的应用分析研究[J].科技资讯,2022,20(21):87-90.
  - [3]郭凤龙.高速公路桥梁桩基检测中的常见问题及优化路径研究[J].运输经理世界,2022(29):102-104.
  - [4]王维国,朱建朝,胡濛之,王凯,徐晓林.微型桩施工质量检测方法研究与应用[J].公路,2022,67(10):37-41.
  - [5]闫国华.基于静力荷载试验的桥梁状态检测评估[J].交通世界,2022(25):118-120.
  - [6]冯文主,韩丽琴.公路桥梁检测质量控制与检测技术应用[J].运输经理世界,2022(24):120-122.
- 作者简介:雷军军(1980-),男,湖南衡阳人,高级工程师,研究生,研究方向:工程质量检测。