DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2022.04.039

市政道路上跨铁路桥梁防护体系设计及施工

卓建培
(中国市政工程西南设计研究总院有限公司，四川 成都 610084)

摘　要：近些年我国城市发展迅速，市政路网建设不断扩展，造成市政道路和铁路线路交叉越来越多，很多道路需要跨越铁路桥进行建设。对于跨越铁路桥的道路来说，需要设置有效的防护体系来避免影响到铁路系统的正常运行，铁路机构要加强对桥梁形式、跨径、材料、施工等方面的审核，避免影响到铁路的安全运营。现通过阐述市政道路上跨铁路桥梁防护体系设计和施工方面的内容，希望能够对相关人士有所帮助。

关键词：市政道路；跨铁路桥梁；防护体系
中图分类号：U442.5　　**文献标志码：**B　　**文章编号：**1009-7716(2022)04-0141-03

0 引　言

近些年我国加快了市政道路的建设，造成市政道路和铁路工程线路交叉跨越的情况逐渐增加，市政道路上跨铁路桥梁的情况越来越多。受到地形地貌、线路纵断面等方面的影响，为了最大程度保障既有高速铁路行车的安全性，需要加强上跨铁路桥梁防护力度，通过高水平设计和施工控制确保其安全性，推动交通运输发展。

1 案例基本概况

某市政道路上跨铁路桥梁的总体长度为 255 m，按照 6 跨、2 联的方式进行设置。该桥梁下部采取的是混凝土墩柱，上部采取的是现浇预应力连续箱梁，两者形成了牢固的整体性结构。该桥梁中的 2、3 跨跨越正常运行的铁路线路，在桥梁设计中需要加强防护体系的设计和施工控制，确保铁路的正常运行。

2 上跨铁路桥梁防护体系总体设计方案

在充分考量此桥梁基本特征基础上确定其防护棚采取临时性支架的方式，主要包括工字钢组合纵横梁、钢管柱等部分，能够形成稳定性较高、空间较大的防护体系。在进行临时性支架搭设过程中，要按照施工区域具体地质情况采取挖孔桩基础。施工过程中纵横梁，以及钢管支墩是最主要的部分，需要利用吊车进行吊装，并且通过全站仪、水准仪等对安装精度进行测控。完成防护支架主体结构建设后就可以架设防护棚顶面防护体系，以此来增强综合性防护性能，能够进一步增强抗冲击能力，能够避免铁路接触网高压触电风险[1]。桥梁施工完成后需要遵照从上到下、两侧到中间的顺序将其拆除，利用钢筋吊篮 + 倒链来将上部结构拆除掉，利用吊车将钢管支墩拆除掉，并对相关部件有序堆放。

3 上跨铁路桥梁防护体系设计关键点

3.1 防护体系设计基本要求和设计原则

3.1.1 防护体系设计基本要求

第一，最大程度降低列车运行过程中由于空气动力对防护体系造成的影响。在对跨铁路桥梁防护体系设计过程中，务必要考虑到列车行驶时空气动力方面的影响，可以采取如下措施来降低影响，包括：

(1)确保结构安全的基础上增大防护支架的跨度；

(2)进一步增加立柱之间的距离，提升立柱结构整体性，可以采取圆形截面；

(3)尽量降低防护支架表面积。

第二，避免物体坠落的影响。要确保防护棚顶板良好的密封性，避免施工过程中物体坠落打击，同时也要防止受到物体冲击。

3.1.2 防护体系设计基本原则

第一，安全性原则：防护设计必须保证施工作业和既有线运行安全，避免施工作业对既有线运行的影响。

第二，可行性原则：防护设计能够满足安装的要求，设计合理，施工简易。

第三，快速性原则：能够在有限的时间内完成施工防护的安装，最大限度地减少防护施工对既有线的

收稿日期：2021-07-15
作者简介：卓建培(1989—)，男，本科，工程师，从事道路桥梁工程设计工作。

影响。

第四，经济性原则：减少防护施工的造价。

第五，环保性原则：防护设施尽量避免破坏周围环境，降低噪声，杜绝弃物，达到环保的要求。

3.2 防护体系具体设计分析

3.2.1 设计说明

防护棚要设置在铁路线路外部股道的合适区域，要建立起两跨的简支梁形式。防护体系主要包括：基础性结构体系、主梁结构体系等部分。其中，基础性结构体系主要包括挖孔桩、钢筋混凝土系梁（设置在支柱底部，截面为1.0 m×1.5 m）；主梁结构体系主要是在支柱（通过ϕ83 cm、壁厚3 cm钢管制成）顶部位置焊接工字钢（为63a型号）形成纵向系梁，同时在此位置按照30 cm间隔顺次设置贝雷梁。完成主梁结构的搭设之后，要在其上面按照120 cm间距焊接工字钢（为32a型号），利用U形卡将其和贝雷梁进行连接用做承重分配梁。为了防止桥梁在施工时受到不同问题（包括坠物、积水、触电等等）的影响而产生风险，需要在分配梁上铺设相应材料来建立防护铺装层，按照从下到上的顺序所铺设的内容包括：钢板、防电胶层、防水帆布、彩条布等等。

3.2.2 防护体系设计分析

总体来说简支梁的结构大体相同，所以为了简化计算过程只需对跨度相对较大的桥梁防护棚进行计算即可。

第一，力学性能参数。该防护棚所用主要材料的力学性能如表1所列。

表1 防护体系主要部件力学性能表

序号	部件	力学性能
1	63a工字钢	弹性模量：205 GPa；抗拉抗弯强度：205 MPa；抗剪强度：120 MPa
2	钢支柱	弹性模量：205 GPa；抗拉抗弯强度：200 MPa；抗剪强度：115 MPa
3	贝雷梁	剪力容许值：245.2 kN；弯矩容许值：288.2 kN·m；惯性矩：250 497.2 cm^4

第二，贝雷梁计算分析（见表2）。对于整个防护体系来说，贝雷梁是最为主要的部分之一，承受多方面载荷（包括梁体自身重量、施工过程中载荷等）影响，需要对其进行仔细分析。该工程贝雷梁间距设定为0.3 m，以此为基础对贝雷梁荷载组合进行计算分析，能够得到表2所示结果（L表示贝雷梁的跨径，单位为m）。

从表2能够得知，贝雷梁所受剪力和弯矩符合标准规范要求。另外，在贝雷梁上部利用U形卡将32a工字钢连接到贝雷梁之上，使得两者之间相互作用形成稳定的结构，可以大大降低梁受压翼缘的侧向位移，有效提升其稳定性。

表2 贝雷梁计算结果一览表

序号	计算内容	计算结果
1	均布载荷（q）	17.053 kN/m
2	最大弯矩（M_{max}）	$M_{max}=qL^2/8$=669.7 kN·m<[M]=788.2 kN
3	最大剪力（Q_{max}）	$Q_{max}=qL/2$=151.4 kN<[Q]=245.2 kN

第三，双排63a工字钢计算分析。贝雷梁受到外部荷载影响之后会将载荷逐渐向下传递，所传递荷载主要通过双排63a工字钢进行承载，此工字钢主要设置在钢管柱之上。通过分析可知，此工字钢受力形式较为复杂，为了简化分析过程主要按照简支梁进行应力、挠度梁方面计算即可，能够充分体现出整个结构的安全性、稳定性，而剪应力需要按照连续梁进行计算。

4 市政道路上跨铁路桥梁防护体系施工分析

4.1 铁路列车行驶对于施工造成的影响分析

铁路上，列车行驶过程中会形成强烈的诱导气流，对于周边人员、环境等都造成较大影响，例如形成的强风会对周边人员作业安全造成较大影响[2]。因此，如何有效降低列车行驶形成的诱导气流对防护体系的影响，对于确保施工安全性具有非常关键的作用。

第一，列车行驶气流对于人体造成的影响分析。从相应参考文献中能够得知，列车速度达到350 km/h时，为了保证人员安全性，需要确保其和列车壁保持4.1 m以上的距离。所以，高速行驶的列车所形成的强风会对施工人员安全性造成较大影响。对此，在施工过程中一定要确保足够的安全距离。同时要最大程度地降低线路内作业的工作量。

第二，列车行驶对于防护支架造成的影响分析。在此分析中，主要以常规支架距离列车2 m、支架顶到列车3.5 m作为基础来分析载荷情况。在列车速度达到350 km/h情况下，在距离列车2 m位置的风速能够达到18 m/s，可以达到8级风的强度。同样在距离列车3.5 m位置风速能够达到10 m/s，可以达到6级风的强度。通过计算分析可知采取双立柱防护体系可以满足标准强度规定。

4.2 具体施工内容分析

第一，基础施工分析。针对该工程的具体情况，防护体系要采取C25混凝土扩大基础，要确保基底

深入到稳定的持力层内部深度在 0.5 m 以上。同时，为了确保基础强度，要在表面预埋钢板。正式施工之前要明确地下电缆、光缆等主要线缆所处位置，在对接相关管线产权单位之后，通过人工方式进行挖探。确保基坑开挖到设定标高之后可以通过触探仪等设备检测地基的承载能力，确保其在 120 kPa 以上，若是不满足标准需要进行地基换填处理。正式进行基坑开挖之前需要做好铁路的防护，基坑满足要求之后进行钢筋的绑扎，以及混凝土的浇筑[3]。对于基础来说，混凝土浇筑时要利用商品混凝土泵车来泵送，需要注意的是，泵送过程中严禁输送管进入到铁路安全网内部。同时在混凝土浇筑过程中要进行支撑立柱钢板的预埋，完成浇筑之后要通过覆盖塑料薄膜来进行混凝土的养护，直到混凝土强度符合设计标准的 80%以上后才能进行基坑的回填。

第二，立柱和纵梁的施工。该工程的立柱主要通过 ϕ300 mm 的钢管进行制作，每一侧设置 12 根钢管并且控制其间距在 6 m，要按照实际基础顶面标高、柱顶设计标高等为基础进行制作。为了进一步增强基础立柱可靠性、稳定性，要在立柱之间通过 7 cm × 7 cm 角钢进行支撑。另外，要通过钢板将立柱和基础进行有效的焊接，并且在立柱的顶端要通过钢板对其进行封顶，要在顶部顺着线路的方向设置纵梁（采用[20 槽钢制作），要在立柱的顶部焊接有钢板。

第三，贝雷梁的安装。要充分发挥贝雷梁作为横梁的作用，每一道横梁要通过 1 榀 2 片单层 21 m 贝雷架进行制作，相邻贝雷片之间的距离保持在 30 cm。为了制作的便利性要在铁路防护网外部拼装 21 m 贝雷梁，完成拼装之后要通过铁路吊进行吊装，为了确保吊装安全性要利用 25 t 汽车吊进行配合吊装。将贝雷梁吊装到位后将其搭设在立柱分配梁上，并且利用 ϕ16 mm 的 U 形卡扣将其和分配梁进行有效连接而形成稳定整体，在每一片贝雷梁之间要设置花格连接，为了确保贝雷梁的稳定性要在两侧设置槽钢进行加固，最大程度保证其垂直度[4]。另外，贝雷梁和纵梁的连接位置要利用角钢进行有效焊接，以此来避免贝雷梁发生偏移。

第四，顶棚的制作安装。该工程的顶棚总体结构为三层，从下到上分别为：116 工字钢、5 cm 厚木板、2 mm 厚铁皮。要确保木板和工字钢绑扎牢固，并且不同木板之间要进行紧密拼装并且连接牢固。为了避免积水渗漏，要在顶部通过铁皮将其覆盖封闭，特别是在接缝位置要进行密实性处理，通过防电胶层等避免渗漏。在实际制作时先制作出相应数量的平行四边形顶板（尺寸为 6 m × 2.4 m），在防护网外部进行顶板的组装，完成之后要通过铁路吊 + 汽车吊的方式将顶棚吊装到贝雷梁上并进行固定。为了避免顶棚积水，需要将顶棚设置 1%左右的坡度。

5 结　语

在进行市政道路上跨铁路桥梁设计过程中不但要确保桥梁的施工质量，同时也要确保铁路的正常运行，所以整个工程复杂性较高。为了确保设计施工的正常进行，要充分了解铁路运行相应信息，制定出最为科学合理的桥梁防护体系方案，将其作为上跨铁路桥梁施工指导性文件，确保施工的顺利进行，最后呈现出高质量的市政工程。

参考文献：

[1] 刘水.市政道路上跨铁路桥梁防护体系设计思路及施工[J].交通世界，2020(11)：45-47.

[2] 龚帅，郭洪，刘航，等.高速公路跨铁路桥梁护栏安全性能提升研究[J].公路，2021(4)：123-125.

[3] 杨烜，程勇.高速公路上跨铁路桥梁防护棚架研究[J].黑龙江交通科技，2015(2)：125-127.

[4] 李小梅.上跨铁路桥梁改建安全防护棚架施工技术[J].甘肃科技，2014(8)：88-91.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴，为您提供平台，携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站：http://www.csdqyfh.com　电话：021-55008850　联系邮箱：cdq@smedi.com