



悬索桥隧道式锚碇型钢锚固系统施工技术

徐洲, 王胜利, 唐蔚东, 谭永安

(中交二航局第一工程有限公司, 湖北 武汉 430012)

摘要: 悬索桥锚碇锚固系统是悬索桥的生命线工程, 其设计、施工质量在很大程度上决定了桥梁的安全性与耐久性。为提高结构的可靠性和耐久性, 官山大桥隧道式锚碇锚固系统首次采用型钢锚固系统, 定位系统安装精度要求高、施工难度大。重点介绍了型钢锚固系统的设计与安装关键技术, 解决了在空间受限的锚碇洞室内系统锚梁及锚杆安装施工技术难题。

关键词: 悬索桥; 锚碇; 型钢; 锚固系统; 施工; 关键技术

中图分类号: U 448.25

文献标志码: B

文章编号: 1002-4972(2015)08-0132-04

Construction technology of tunnel anchorage steel fastening system of suspension bridge

XU Zhou, WANG Sheng-li, TANG Wei-dong, TAN Yong-an

(The First Construction Company of CCCC Second Harbor Engineering Co., Ltd., Wuhan 430012, China)

Abstract: The anchorage fastening system is a lifeline engineering to a suspension bridge, for its design and construction quality may decide the safety and durability of the bridge to a great extent. In order to improve the structure's reliability and durability, the tunnel anchorage fastening system of Guanshan bridge is designed as an innovative formed steel fastening system, which requires a high accuracy in location. This paper describes the key technology of the anchor beam and anchor rod installed and constructed in the cramped and tilted tunnel anchorage cave.

Keywords: suspension bridge; anchorage; formed steel; fastening system, construction; key technology

1 工程概况

官山大桥位于浙江省岱山县牛轭岛至官山岛之间, 为一座主跨 580 m 的钢箱梁悬索桥, 其中一侧锚碇为隧道式锚碇, 并首次将刚性锚固系统运用于隧道式锚碇。刚性锚固系统由钢结构锚梁和锚杆组成, 锚梁采用“]”截面, 锚杆采用焊接“H”形截面。锚梁设置锚杆连接接头, 连接接头采用与锚杆截面一致的“H”形截面, 锚杆与锚梁、锚杆与锚杆之间采用高强度螺栓连接。为了避免锚杆受力后周围混凝土开裂, 在锚体混凝土浇筑前, 用氯丁橡胶板+铁皮包裹于锚杆外围。锚固系统构件结构及总体布置见图 1~4。

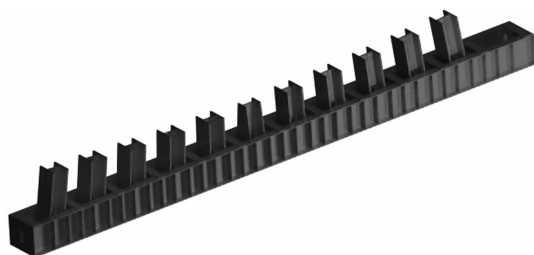


图1 后锚梁结构



图2 单束锚杆结构

收稿日期: 2015-05-28

作者简介: 徐洲 (1980—), 男, 工程师, 从事港航工程施工技术工作。

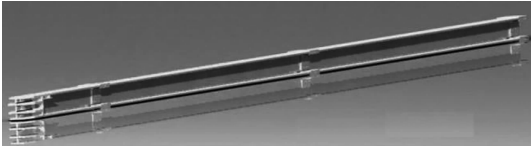


图 3 双束锚杆结构

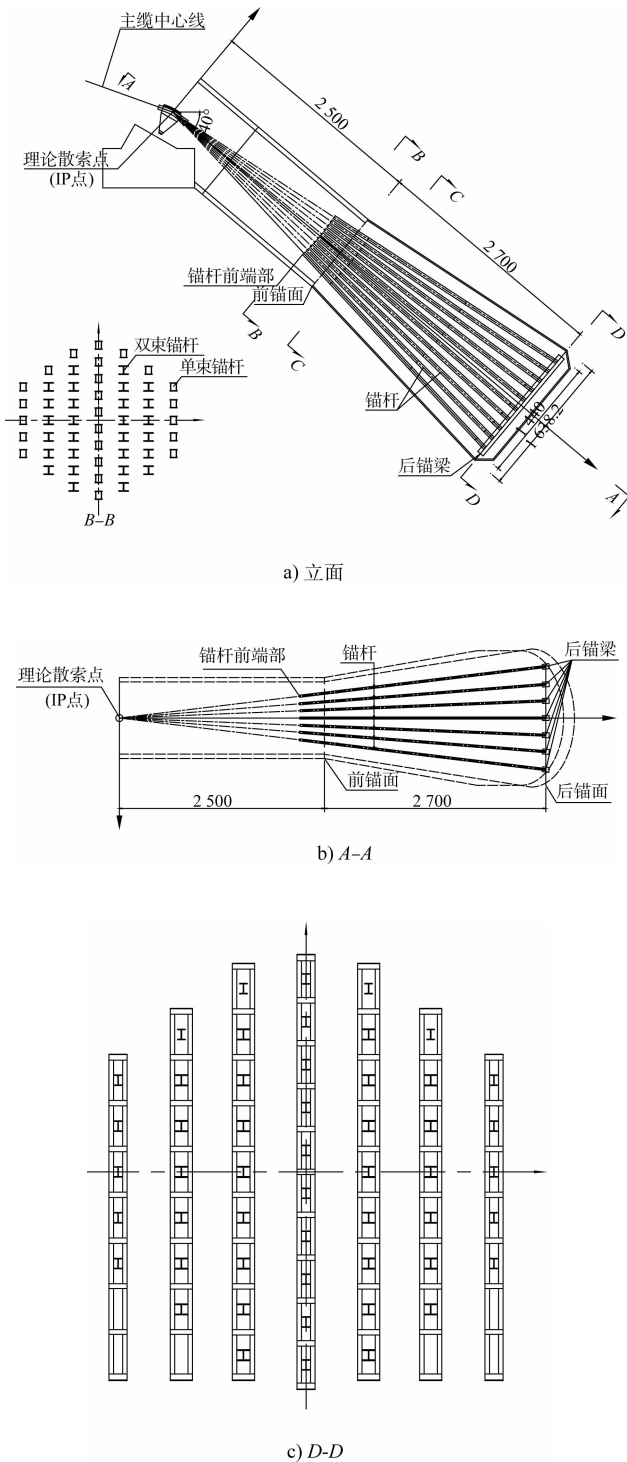


图 4 隧道式锚碇锚固系统布置 (单位: cm)

2 工程难点

本工程隧道式锚碇锚固系统采用新型的刚性锚固系统, 锚梁、锚杆的定位安装精度要求高, 主要技术难点表现为以下几个方面: 1) 隧道式锚碇的锚室为倾斜洞室, 且锚固系统周围可操作空间受限, 大型起重设备无法正常作业; 2) 锚梁及锚杆长度较长、且质量较大, 在受限的空间内进行梁、杆的正常安装作业难度较大; 3) 锚固系统定位精度要求高, 施工控制难度大。

3 总体施工方案^[1-2]

经方案比选, 在室内无法正常布设起重设备的条件下, 最终采用在洞室顶部凿设吊装孔, 然后将起重设备布置在洞顶路基上, 最后通过缆绳穿孔吊装作业的施工方法 (图 5), 1 台 70 t 履带吊在洞室上方的路基区域, 另设 1 台 20 t 卷扬机在洞口端正前方的工作坑边坡区域, 以及 3 台 12 t 卷扬机在洞顶路基上的吊孔附近区域。

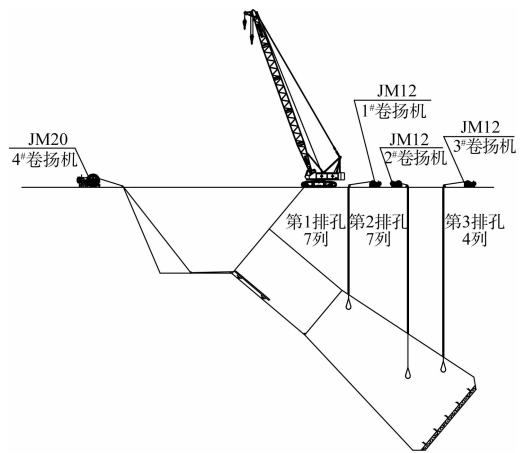


图 5 吊装设备布置

洞顶卷扬机引出的钢丝绳通过转向辊筒竖直拐进吊装孔, 进入锚碇洞室, 并将钢丝绳末端采用绳夹做成套环形式, 形成安全可靠的吊点。根据需吊装的构件位置, 卷扬机钢丝绳穿进对应的吊装孔, 进行起吊作业, 吊装结束后, 解除钢丝绳末端绳卡, 卷扬机牵引出钢丝绳。

4 锚梁安装^[3]

4.1 定位埋件设置

在隧道锚洞室底部锚梁对应位置设置混凝土搁置墩，墩顶设置预埋件钢板，用于搁置锚梁。在后锚室混凝土中设置定位槽钢，一端埋入后锚室混凝土内，一端外露，间距根据锚梁宽度确定，安装锚梁时在 2 根槽钢之间横向加焊型钢作为锚梁限位装置（图 6）。

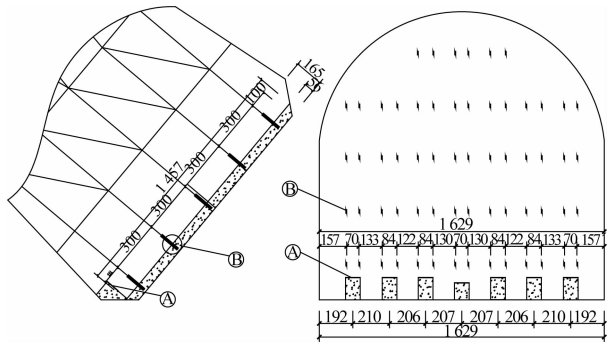


图 6 锚梁定位埋件布置（单位：cm）

4.2 锚梁施工流程

1) 70 t 履带吊 2 点起吊锚梁至洞口轨道平板车处，将锚梁固定于平板车上，解除履带吊与锚梁的连接。平板车在洞口 4# 卷扬机的牵引下，通过轨道运输锚梁至洞底部^[4]。

2) 1#、2#、3# 卷扬机钢丝绳通过相应吊装孔进入锚碇洞室内，分别与锚梁吊点连接，提升锚梁使其离开轨道平板车一定高度，洞口 4# 卷扬机将轨道平板车牵引至洞口固定。

3) 通过收放各台卷扬机钢丝绳，调整锚梁的空间位置，将锚梁在空中荡移至安装位置前方，巧妙解决在有限的洞室空间内锚梁吊装的难题。

4) 继续收放各卷扬机钢丝绳，调整锚梁空间位置，将锚梁底端搁置于洞底混凝土墩上，放松钢丝绳，使锚梁在自重作用下倾斜、就位，将锚梁进行临时固定。

5) 重复上述步骤，将锚梁全部安装到位。锚梁初装到位后，通过测量监控，逐根进行调整、精确定位，并采用型钢将锚梁与后锚室埋件固定牢固（图 7）。

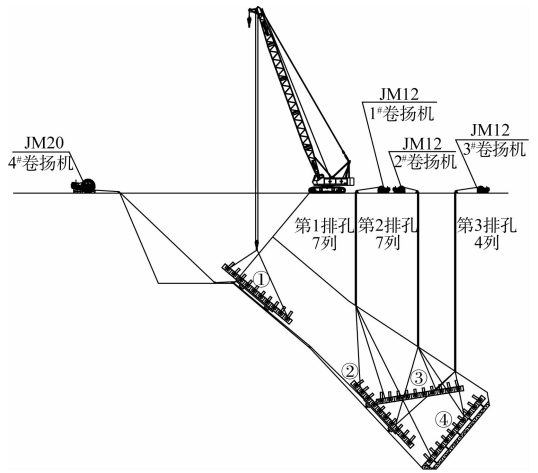


图 7 锚梁安装

5 锚杆安装^[2]

5.1 锚杆定位支架施工

锚杆定位支架的作用主要是为了确保锚杆定位过程中的安装精度。定位支架由型钢竖杆、横撑和斜撑组成，其中竖杆采用四拼 $\angle 100 \times 8$ 角钢，位于洞室底板 47° 斜坡上，垂直于洞室中心线；双束锚杆横撑采用双拼 $[16a]$ ，单束锚杆横撑采用双拼 $[14a]$ ；斜撑采用双拼 $\angle 100 \times 8$ 角钢，后锚室处支架撑杆采用双拼 $[16a]$ （图 8）。

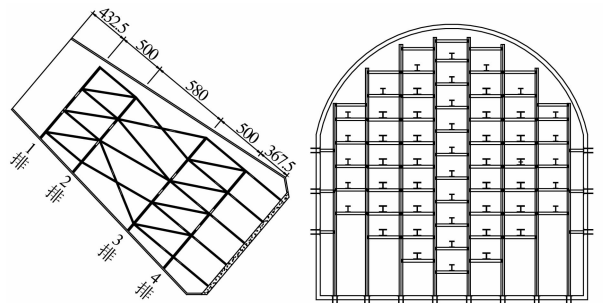


图 8 锚杆定位支架结构（单位：cm）

锚杆安装前，将相邻两列及两排竖杆之间的连接杆拼接成整体，然后进行整体安装。利用洞口 20 t 卷扬机及洞顶路基上的 12 t 卷扬机将竖杆与底板进行安装。安装时通过测量安装支架上口的坐标，及时调整支架围堰与高度，直至满足精度要求为止，最后将支架底部与埋件焊接。

5.2 锚杆进洞

锚杆采用 70 t 履带吊 2 点起吊，当锚杆起吊

后竖向倾角为 40° 时,旋转吊车主臂并下落吊钩,将锚杆尾部与孔口对准,并顺势下放锚杆。当锚杆尾部落至第1排定位支架时,调整锚杆方向,使其尾部与定位支架左边第1列空档对齐^[4],然后将洞口4#卷扬机的钢丝绳与锚杆头部连接,1#卷扬机钢丝绳通过吊孔与锚杆尾部连接(图9)。

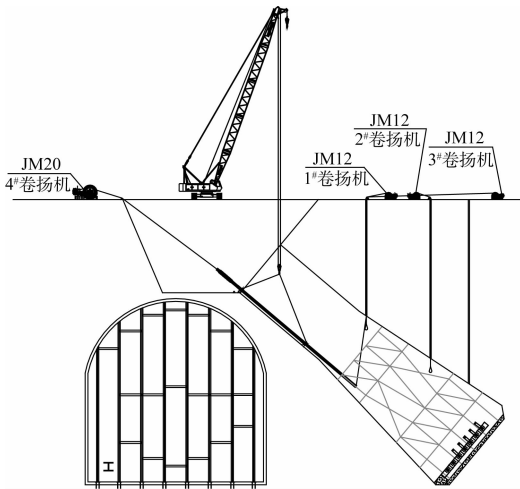


图9 锚杆进洞

5.3 锚杆荡移、固定

履带吊通过倒钩仅保留1根吊索与锚杆1#吊点连接,在1#、4#卷扬机和履带吊协同作用下,使锚杆在自重作用下向洞底荡移进入洞内,并在吊车和卷扬机协同作业下,使锚杆靠自重作用向洞底荡移至最大距离,直至锚杆尾部接近对应锚梁的连接段。

卷扬机配合履带吊将锚杆尾部搁置于对应锚梁接头处,并临时固定,在第1排定位支架处连接最底部的横撑,履带吊下落吊钩,使锚杆头部搁置于定位支架横撑上,完成第1根锚杆的进洞和存放,并依次安放一系列锚杆。一系列锚杆进洞存放完毕后,将最上面一根锚杆通过洞顶卷扬机和洞口卷扬机起吊安装,连接锚杆下方各排定位支架横撑,初调锚杆位置,并将锚杆尾部与锚梁连

接头对齐,采用临时螺栓进行连接固定。锚杆安装完成后,测量校核锚杆坐标及高程,将锚杆微调至设计位置,将锚杆与定位支架连接固定。

5.4 高强螺栓施工

锚杆安装定位后,进行锚杆与锚梁连接处高强度螺栓施工。由于洞内湿度较大,在螺栓施拧前需采取降低湿度处理,具体措施有两种:其一在锚杆与锚梁连接处上方洞顶采用防水油布进行遮挡;其二采用通风机将洞外较干燥的空气送入洞内,以保持洞内空气干燥。

锚固系统安装完成后,需对所有锚梁和锚杆进行测量复核,若满足设计、规范要求即可进行锚塞体钢筋混凝土的施工;反之,则再次进行调整,直至满足要求为止。

6 结语

采用柔性锚杆系统在山区悬索桥隧道锚中较为常见,而官山大桥隧道锚则首次采用刚性锚杆系统,在国内外隧道锚施工中实属罕见。由于隧道内操作空间受限,再加上隧洞倾斜,锚杆及锚梁的定位、安装、固定等难度较大且安全风险极高。本工程研发的锚杆与锚梁定位施工技术,为今后类似工程的施工提供借鉴和参考,同时也为隧道锚碇系统的设计提供了可供比选的方案。

参考文献:

- [1] GB 50017—2003 钢结构设计规范[S].
- [2] 《钢结构设计手册》编辑委员会. 钢结构设计手册[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2004.
- [3] JTG/T F50—2011 公路桥涵施工技术规范[S].
- [4] 汪正荣, 朱国梁. 简明施工计算手册[M]. 3版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005.

(本文编辑 武亚庆)