

Techniques for the Large Section River Bridge Demolition in Downtown

Jiapan Zhou¹, Chengpo Hong², Min Chen³

¹Hangzhou Construction Group Co., Ltd., Hangzhou

²Shanghai Mechanical Construction Group Co., Ltd., Shanghai

³Hangzhou Wanguo Investment Management Co., Ltd., Hangzhou

Email: 355540316@qq.com, hongchengpo@163.com, 124201025@qq.com

Received: Jun. 30th, 2013; revised: Jul. 22nd, 2013; accepted: Aug. 4th, 2013

Copyright © 2013 Jiapan Zhou et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Abstract: In view of noise, fugitive dust and high risk existing in the demolition of the large section river bridge by using traditional removal techniques, this paper provides a more effective and safer demolition technique to adapt to the large section, heavier weight of concrete box girder bridge. The technique consists of strengthening the zero block, static cutting method and equipping with a special steel spreader, it guarantees the safety of the structure and the environmental friendliness in the process of bridge demolition.

Keywords: River Bridge; Demolition; Zero Block; Strengthening; Static Cutting; Steel Spreader

闹市区大断面跨河桥拆除技术

周加盼¹, 洪成波², 陈敏³

¹杭州建工集团有限公司, 杭州

²上海市机械施工集团有限公司, 上海

³杭州万国投资管理有限公司, 杭州

Email: 355540316@qq.com, hongchengpo@163.com, 124201025@qq.com

收稿日期: 2013年6月30日; 修回日期: 2013年7月22日; 录用日期: 2013年8月4日

摘要: 针对闹市区传统拆除大断面跨河桥梁存在噪音及扬尘大, 拆除风险高等问题。本文提供了一种更有效、更安全地适应断面大、切割后重量较重的大断面混凝土箱梁拆除技术。该拆除技术通过对桥梁0号块进行加固, 采用分块静力切割方法并配备专用钢结构吊具, 保证了拆除过程中桥梁结构安全性及周边环境友好性。

关键词: 跨河桥; 拆除; 0号块; 加固; 静力切割; 钢结构吊具

1. 引言

随着城市交通运输的快速发展, 城市道路问题变得越来越突出。上世纪90代甚至本世纪初桥梁设计的荷载等级及交通流量已经很难满足现代城市交通的需要^[1], 许多当年的十佳桥短短10年都陆续被检测为危桥, 比较著名的如广州市的丫髻沙大桥

及钟祥市的钟祥大桥, 因而许多位于闹市区大跨径跨河道的老桥改建已成为城市建设的重点内容之一。闹市区的跨河桥除了自身跨径及断面较大, 结构体系复杂外, 拆除过程中还要受到原陆上交通、河道航道及周围民区和商业区的正常工作的制约, 在目前, 对于旧桥的拆除方法尚未形成一个完整的体系情况下^[2],

成功拆除闹市区大跨径运河桥具有较大的借鉴意义。

2. 工程概况

现状运河桥横跨京杭运河，位于杭州市拱墅区德胜路。运河桥周边为密集居民区，及商业区。桥下为V级通行航道，来往船只较为密集(图1)。

原桥建于1997，是杭州市东西向交通干道，机动车及非机动车流量较大。

运河桥主桥及辅道桥的结构形式为三幅分离式预应力变截面混凝土桥。其中主桥机动车道为单箱双室结构，单纵向预应力体系；非机动车道为单箱单室结构，单纵向预应力体系。主桥中央机动车道桥宽17.1 m，两侧各11.75 m非机动车道桥，全桥宽40.6 m。原桥设计荷载为机动车道汽—20、挂—100，非机动车道汽—10、人群荷载4 kPa。跨运河主桥配跨为(32 + 58 + 32) m三跨变高度预应力砼连续梁，西侧引桥为3 × 16 m，东侧引桥5 × 16 m，均为简支梁结构。主桥采用挂篮施工，全桥分为7个挂篮段(图2)。

3. 拆除方法及流程

3.1. 拆除方法

目前桥梁拆除主要采用满堂支架法、分块切割法、定向爆破法及整体顶推法等^[3]。在闹市区采用满堂支架法及定向爆破法拆除作业，噪音及扬尘较难控制，而采用顶推法施工需要较大的操作空间，闹市区很难具备顶推法施工作业条件，经比选后采用噪音低、扬尘小、施工安全性高的静力分块切割法。

挂篮施工的预应力变截面连续箱梁，静力分块切割法主要思路是采用冷水循环的金刚石链条绳锯切割机先切除跨中合拢段，接着切除两边跨平衡段形成两个“T”构，最后“T”构按原桥挂篮施工顺序进行逆向对称分块切除(图3图4 26→25→24→23→22→21)，采用起吊机械将混凝土逐块吊到施工作业区外进行破除。

3.2. 拆除流程

拆桥流程为建桥流程的逆向施工，拆除为流程为自上而下，先次后主，先建筑后结构的过程，具体流程详见图5。

4. 关键技术

4.1. 0号块加固技术

在拆除桥梁中跨合拢段及边跨合拢段时，桥梁会发生经历两次体系转换，分别为“连续梁→单悬臂梁→双悬臂梁。桥梁体现转换过程中内力及弯矩变化较



Figure 1. Yunhe Bridge
图1. 运河桥

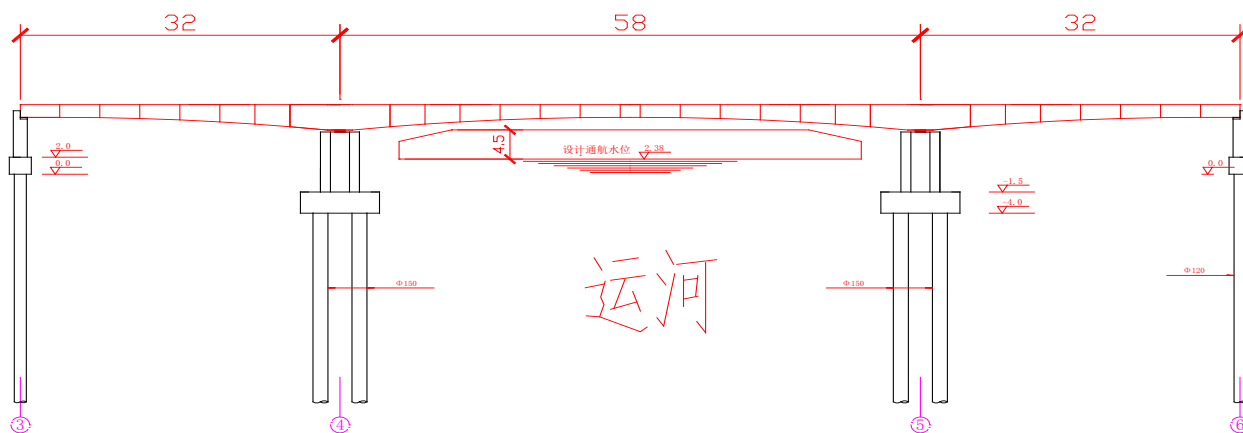


Figure 2. Elevation view of Yunhe Bridge
图2. 主桥立面图

闹市区大断面跨河桥拆除技术

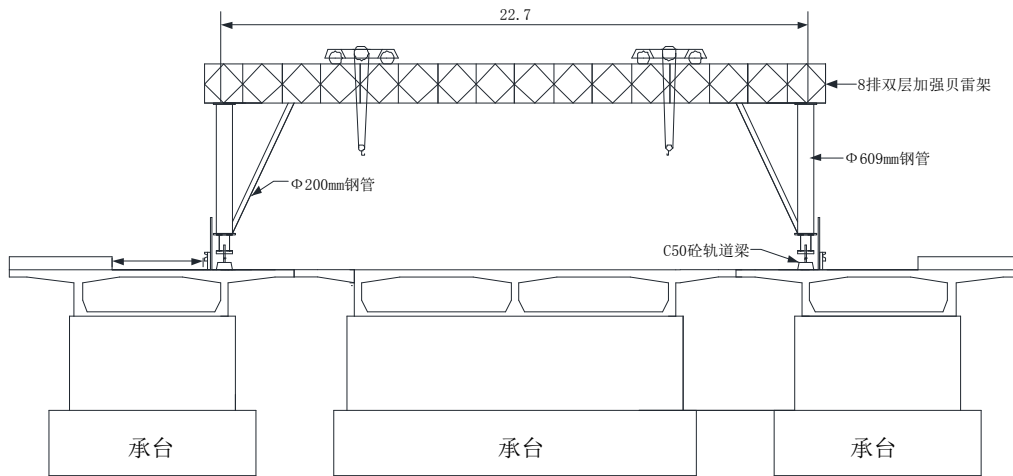
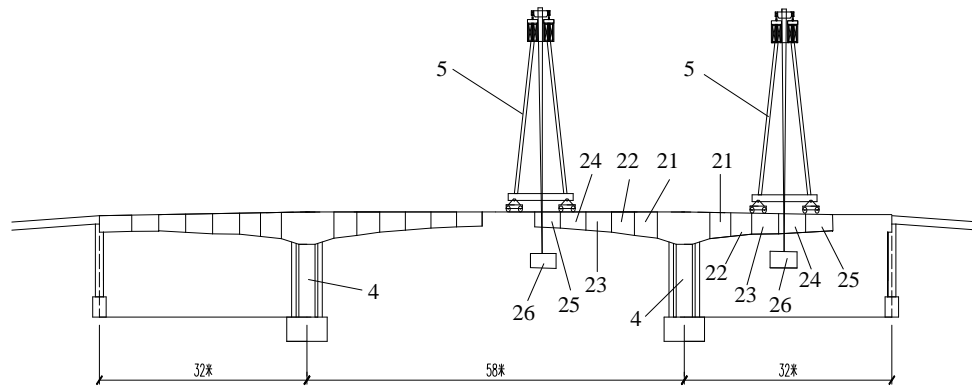


Figure 3. Cross-section of Yunhe Bridge
图 3. 运河桥拆桥断面示意图



4—刚管立柱 5—龙门吊；21、22、23、24、25、26—切割块

Figure 4. Elevation view of demolition Yunhe Bridge
图 4. 运河桥拆桥立面示意图

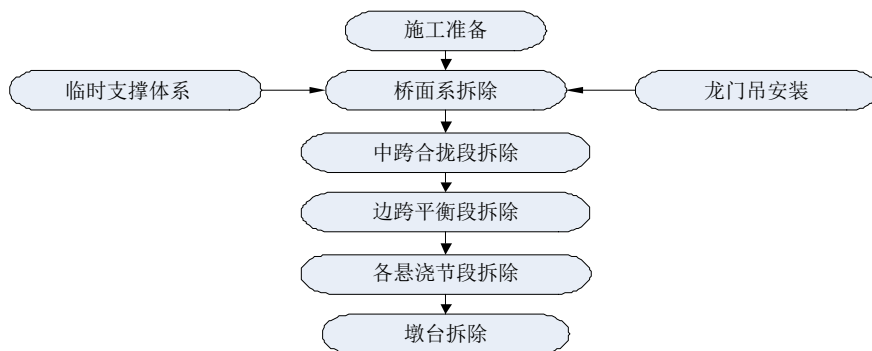


Figure 5. The demolition process of Yunhe Bridge
图 5. 运河桥拆除施工流程

大，对桥梁稳定性较为不利。为了防止主桥在结构体系转换过程中发生失稳，必须采用方法对 0 号块进行加固。0 号块加固主要包括钢管柱支架加固、支座锁定、精轧螺纹钢加固。

4.1.1. 钢管柱支架加固技术

墩柱两侧各设 5 根 $\Phi 609 \times 16$ 钢管立柱支架进行加固。为了使 5 个临时立柱形成整体，施工时对钢支墩采用 28a 槽钢焊接“#”平面平联，钢支撑与墩柱

间空隙采用型钢短柱进行竖向约束，使钢支墩与老桥墩形成整体(图 6)。

4.1.2. 支座锁定技术

0#块支座四周采用 20 mm 钢板连接支座上下盖板，焊接牢固，锁定支座。另外为了增加桥墩与箱梁的接触面，支墩左右两侧各设一根双拼 25 号工字钢(图 7)。

4.1.3. 精扎螺纹钢加固技术

箱梁 0#块与承台之间采用精轧螺纹杆进行连接并施加预应力进行拉紧，使箱梁、钢管立柱、桥墩、承台形成一个整体。螺纹钢直径为 25 mm，承台两侧对称布置 4 根(图 8)。

4.2. 边跨平衡段锁定

边跨平衡段分别在桥台和横梁位置打设直径 50 mm 深 300 mm 的孔 3 只，并在孔内植入直径 50 mm 的螺杆，在桥台螺杆和横梁之间用厚 20 mm 宽 200 mm 的钢板打孔连接，并用螺帽锁定。在桥台和横梁的底部用钢板将伸缩缝塞牢(图 9)。

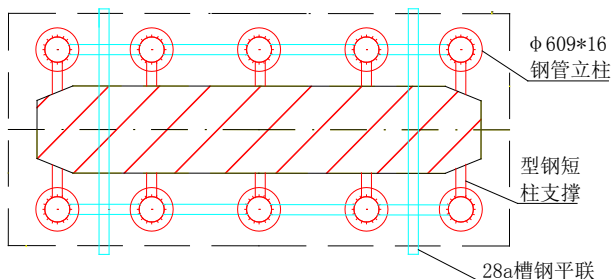


Figure 6. Planar graph of strengthening steel column
图 6. 钢管柱加固平面图

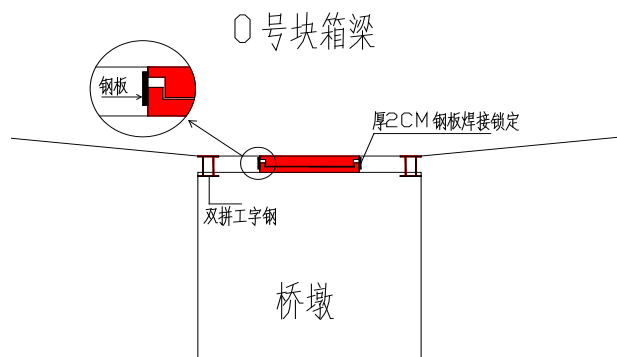


Figure 7. Locking of rubber bearing
图 7. 支座锁定图

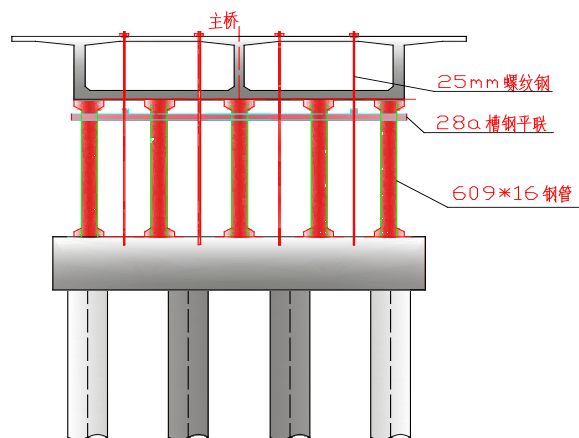


Figure 8. Strengthening of screw-thread steel bars
图 8. 精扎螺纹钢加固图

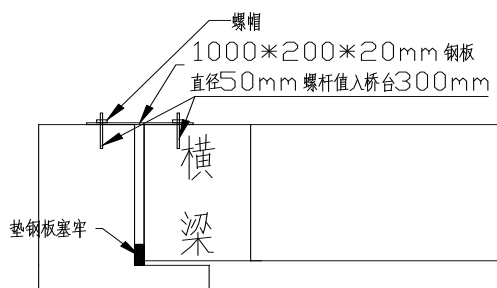


Figure 9. Locking of side span equilibrium section
图 9. 边跨平衡段锁定图

4.3. 分块切割技术

对于大断面变截面箱梁，横向切割后单块起吊重量及体积大，吊装过程中对起吊机械及场地较高，吊装风险较大。因此需要解决的技术问题是提供一种能更有效、更安全地适应断面大、切割后重量较重的大断面混凝土箱梁的拆除方法。

经过反复试验论证可对箱梁进行纵向再分块，进一步分割成两个边块(202)和一个中间块(201)。切割顺序为“T”构两侧同步对称切除两边块，然后同步对称切除中间块。在两边块切割完成后，由于中间块未进行切割，预应力钢丝束继续承担约束中间块作用，使中间块保持稳定，既减轻了吊装重量又保证了箱梁切割的稳定性及安全性(图 10)。

4.4. 预应力切割及放张技术

底板纵向预应力束放张在合拢段、边跨平衡段拆除截断前完成。顶板预应力释放按悬浇段拆除顺序，拆到哪一节段，释放哪一阶段。

4.4.1. 中跨合拢段预应力切割及放张

中跨合拢段预应力束切割前采用人工风镐对称破除封锚混凝土,并用切割机将底板锯齿块预应力束在锚具前端切断(见图 11)。切割采用箱梁左右对称、纵向同步单根进行切除,顺序由内到外逐束放张应力,完成中跨合拢段预应力放张。合拢段预应力释放过程中,在两端引桥布置水准仪,监测合拢段高程变化。预应力切割过程中非工作人员应远离切割区域。

为防止合拢段切割过程中出现卡锯及切割后梁块很难下放现象,采取如下措施:

- 1) 在完成的桥面板切割缝内,塞进铁楔子;
- 2) 使梁块侧面形成梯形,既顶板纵桥向尺寸略微小于底板尺寸。

4.4.2. 边跨平衡段预应力切割及放张

边跨平衡段分四块进行切割,切割后分块由一个中间块,两个边块及一个端横梁段分块。及切割示意图见图 12,切割顺序为 1→2→3→4→5→6,切块吊装顺序为一→二→三→四。

4.4.3. 悬浇段预应力切割及放张

边跨合拢段截断后,即可采用龙门吊对称拆除 6#~0#块箱梁混凝土。施工时先拆一个 T 构,待该 T 构拆除完成后,再开始拆除另一 T 构箱梁。切割前先沿顶板横向凿除顶板预应力束;凿开梁端负弯矩预应力束锚头,割除锚头释放梁端负弯矩束应力,应力释放由中间向两侧对称进行;观测梁前端标高变化情况,开始分块切割混凝土。切割前在每一块件上钻孔,

安装起重绳,并起吊绳索,使其受力,以防止混凝土块件切断瞬间下落使吊车承受冲击力。各悬浇段箱梁拆除示意图见图 13。

4.5. 解体吊装技术

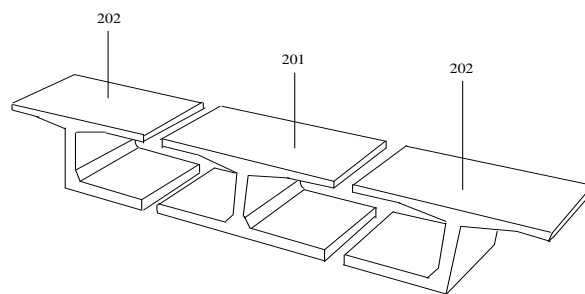
4.5.1. 吊装孔设置

箱梁采用混凝土切割机分三段进行切割,切割完后的混凝土采用先钻吊装孔后穿吊具的形式进行 4 点起吊。吊装孔直径为 200 mm。中间块的吊装孔位于腋角两侧 1.60 m 处,横向吊点间距横向吊装孔间距为 3.2 m,纵向吊点间距为 2 m(图 14,图 15)。

边块吊装孔的设置与中块吊装孔相同,位于腋角两边,由于腋角两边重量不同,横向断面形状不规则,为了保证平横起吊,需计算出不规则断面型心的位置并使吊点位置与型心位置在同一直线上。

4.5.2. 吊具设计

大断面混凝土箱梁分块切割后,由于箱梁分块外



201—中间块; 202—边块

Figure 10. Cutting block of reinforced concrete box girder
图 10. 钢筋混凝土箱梁分块切割图

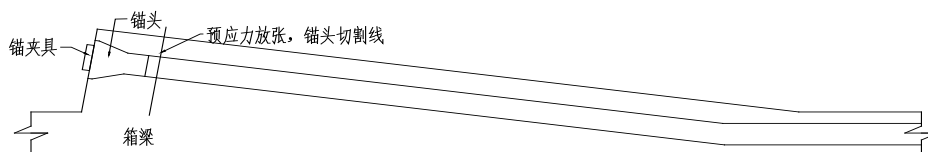


Figure 11. Prestress relaxation of closure construction
图 11. 中跨合拢段预应力放张示意图

1					
—	2	三	4	二	
3		6		5	
四					

Figure 12. Cutting on side span equilibrium section
图 12. 边跨平衡段切割示意图

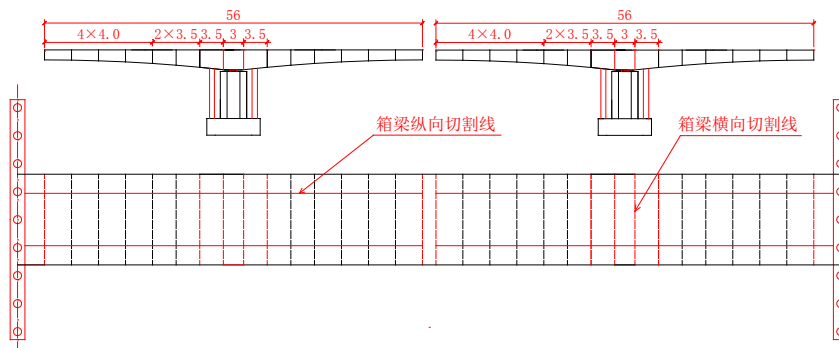
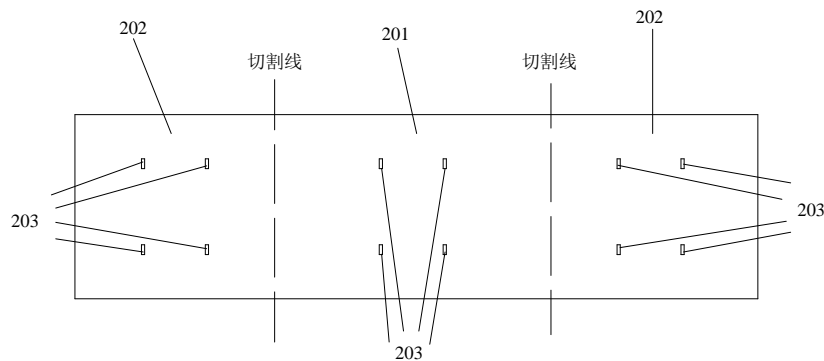
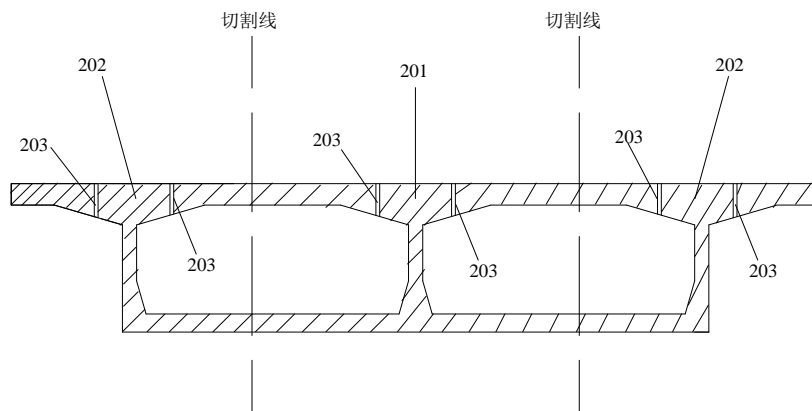


Figure 13. Cutting on cantilever casting section
图 13. 悬浇段箱梁切割示意图



201—中间块；202—边块；203—吊装孔

Figure 14. Plane arrangement chart of hoisting hole
图 14. 吊装孔平面图布置图



201—中间块；202—边块；203—吊装孔

Figure 15. Cross-section arrangement chart of hoisting hole
图 15. 吊装孔剖面布置图

表面不规则，吊装难度较大。为了解决分上述问题，发明了专用的钢结构吊具。钢结构吊具主要由以下三部分组成：1) 吊臂；2) 铁扁担；3) 销子(详见附图 16)。其中吊臂由 1 根 1000 mm × 170 mm × 40 mm 主吊臂及 2 块 14 mm 厚加固片组成；铁扁担由 2 根 800

mm 长 12 号槽钢、2 块 290 mm × 150 mm × 12 mm 顶板加固片、2 块 290 mm × 150 mm × 12 mm 底板加固片以及 2 块 500 mm × 102 mm × 20 mm 腹板加固片组成。销子为 200 mm 长直径 70 mm(详见附图 17)。

吊臂的设计尺寸通过综合考虑箱梁吊装重量及

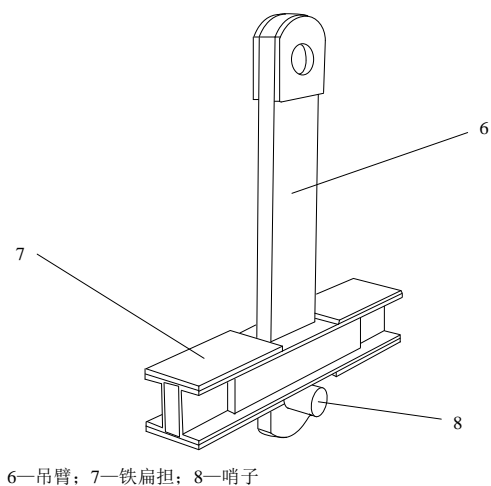


Figure 16. Schematic diagram of hoisting equipment
图 16. 吊装装置示意图

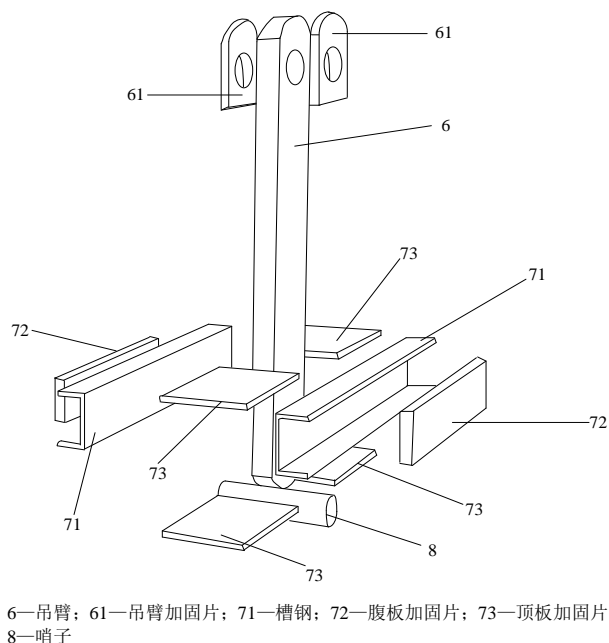


Figure 17. The composition of hoisting equipment
图 17. 吊装装置结构组成图

箱梁顶板及腋角厚度计算确定。铁扁担尺寸考虑箱梁吊装重量及孔口应力扩散计算确定。所以，不局限于本实施例中所采用的数据，而是可以通过需求和计算进行具体确定。

本实施例中，在材料选择上考虑吊臂及销子 8 承受较大的剪应力作用，因此采用 Q345 钢材进行设计。铁扁担则主要承受弯拉应力采用 Q235 钢材设计。

4.5.3. 吊具安装技术

在对分割块进行吊装时，先在分割块的箱梁顶板

上分别钻四个吊装孔，再将吊装装置安装到箱梁上，安装完成后，吊臂穿过所述吊装孔，铁扁担位于所述箱梁顶板的下侧，且吊臂穿过所述铁扁担，所述铁扁担的下侧通过将销子穿过吊臂实现对铁扁担的位置的限定，最后通过起吊机对吊臂的起吊运输实现对上述分割块的起吊运输。

在安装吊装装置过程中，当吊装孔对应的位置设有箱梁底板时，先将吊臂从上而下穿过吊装孔，然后由操作人员站在箱梁底板上，完成铁扁担和销子的安装；当所述吊装孔对应的位置不设有箱梁底板时，先将吊臂、铁扁担和销子装配完成，然后将一根绳子自上而下穿过所述吊装孔后，连接所述吊臂的顶端，最后通过绳子的起吊将所述吊装装置自下而上进行安装，使得所述吊臂穿过所述吊装孔，完成所述吊装装置的安装。

5. 结束语

本文针对闹市区传统拆除大断面跨河桥梁存在噪音及扬尘大，拆除风险高等问题。提出了闹市区大断面跨河桥静力切割拆除技术。该技术通过对桥梁 0 号块进行加固，采用分块静力切割方法并配备专用钢结构吊具，解决了大断面混凝土箱梁吊装重量重，吊装场地及机械要求高等问题，并降低了混凝土箱梁吊装风险。

本文发明的专用钢结构吊具适合各种切割后异形断面混凝土箱梁吊装，现场可操作性强，吊装可靠度高。吊装设备代替了原先仅仅使用钢丝绳的技术方案，避免了钢丝绳因摩擦接触而发生的崩断现象，提供了一种能更有效、更安全地适应断面大、切割后重量较重的大断面混凝土箱梁的拆除方法。本文提出的相关技术及发明已在杭州德胜快速路 01 标运河桥拆除过程中得到成功运用，取得较大的社会及经济效益。

参考文献 (References)

- [1] 胡钢等. 预应力混凝土连续梁桥悬臂拆除与监控[J]. 桥隧工程, 2009, 4: 138-139.
- [2] 刘小林等. 大跨度旧、危桥梁的智能预警非爆破拆除法[J]. 中国市政工程, 2006, 3: 28-31.
- [3] 龙劲草. 高速公路改扩建中的旧桥拆除[J]. 中国水运, 2007, 5(4): 105-106.