

# 双向对拉钢箱暗挖施工工艺

秦立方 孙毅峰 李东平 汪孝龙

(上海市基础工程公司特种基础设计所 上海 200002)

**摘要:**昆明市呈贡主干道综合管沟由昆明市区至呈贡新区,管沟斜穿交通繁忙的昆玉高速公路。为保证施工期间昆玉公路的正常运行,该工程首次采用了双向对拉钢箱暗挖管沟,下穿昆玉高速公路的新型施工工艺。

**关键词:**双向对拉 暗穿 钢索

## 1. 双向对拉钢箱暗穿施工工艺

昆明市呈贡主干道综合管沟工程是一条集水利、电力、电信等为一体的综合性管沟,管沟主体结构是钢筋混凝土单孔矩形箱涵结构,内部截面尺寸为 $2.3 \times 4.0$ 米。由昆明市区至呈贡新区,斜穿交通繁忙的昆玉高速公路,为减小施工对昆玉公路交通的影响,采用双向对拉钢箱暗挖的新型施工工艺,暗穿段长度75米。

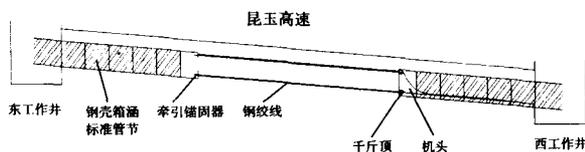


图1 钢箱对拉施工示意图

双向对拉钢箱暗挖施工工艺:在暗穿段东、西端各开挖工作井后,首先使用水平钻机在暗穿段钻、扩出6个直径 $\Phi 500$ 的基孔,穿入 $\Phi 200$ 的PE管,然后在基孔与PE管之间注浆形成6个既能满足穿索要求又能对钢绞线拉索起到保护作用的索孔。每束钢绞线拉索由16- $\Phi 15.2$  1860MPa的钢绞线组成,共6束,拉索将东西两端的钢箱串联起来。东侧,拉索的各根钢绞线由牵引锚固器夹持固定在钢箱内的张拉梁上;西侧,拉索穿过钢箱内的油缸,被油缸上的锚夹具夹持。当油缸的活塞伸出时,其上的锚夹具夹紧钢索,东、西两端的钢箱构成一对作用力与反作用力,拉动钢箱顺次作相向运动,在已开挖出的管沟处以钢箱作为临时支撑保证昆玉公路的正常运行。当每一节段钢箱完全顶进后,吊装下一节段,依次将13个节段全部顶入。每个节段之间采用扭剪型高强

螺栓加节点板连接,边接板与钢箱接触面采用丁基橡胶腻子薄片进行密封。

钢箱的横截面尺寸 $4.82 \times 3.12$ 米,长5.4米,钢箱的外侧涂环氧沥青涂料及减摩剂。在钢箱的顶进过程中,通过钢箱上的注浆孔向钢箱的外侧压注减阻泥浆,泥浆随钢箱的移动会连续的形成一层减阻泥浆。压注的减阻泥浆在地层中的压力不得超过50kPa,适度的注浆量可以起到有效减小钢箱与粘土层之间的摩擦力及稳定地层的作用。

管沟贯通后,在箱内浇注钢筋混凝土,待混凝土达到强度后,切除钢支撑。

双向对拉钢箱暗挖施工是一种新型的开挖地下管沟的施工工艺,在国内首次运用,其巧妙运用了双向对拉、互为作用力与反作用力的力学原理,与单向顶管施工相比有效的降低了最大张拉力、不需要反力座,缩短了工期,降低了工程造价。对拉钢箱是该施工工艺的关键工序。昆明市呈贡主干道综合管沟暗穿段长75米,设计最大对拉力840吨,对拉设备选用了OVM公司的LSDKC-8自动顶推系统,全套设备包括6台200吨的张拉油缸、2台阀体柜、1台主泵站及1台LSDKC-8主控台。对拉设备的安装及张拉油缸的正面布置如图2所示。

## 2. 钢箱对拉设备的设计

昆明呈贡综合管沟的埋深仅3.5米,且在高速公路下,为此对拉设备除满足张拉力及顶进速度外,还需满足顶进过程中立面误差不大于 $\pm 2$ cm的同步要求。控制好误差,既可以保证钢箱正确的前进方位,又可将同步误差对高速公路路面开

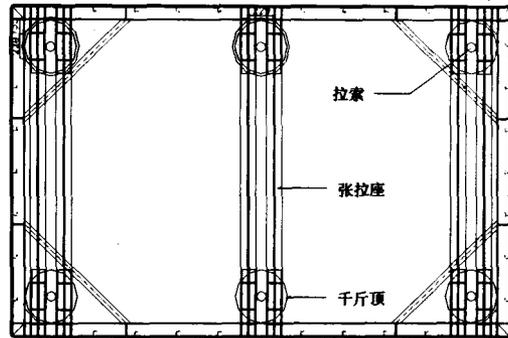
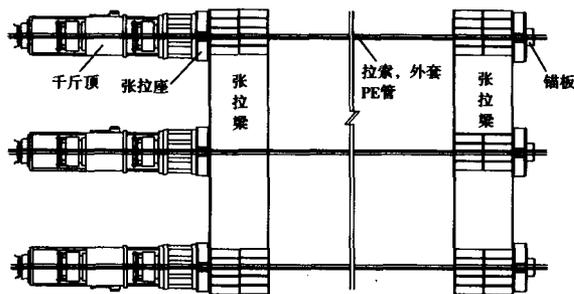


图2 对拉设备的安装图

挖卸载后的累计竖向位移控制值 ( $\pm 3\text{cm}$ ) 的影响降至最低。为此需要钢箱对拉设备的液压油路能实现各油缸之间的互相协调, 控制系统能实现实时检测、调整。

LSDKC-8自动顶推系统以 $\Phi^{15.2}$  1860MPa的钢绞线为承力索, 单项最大对拉拉力200吨。昆明呈贡综合管沟钢箱的最大对拉拉力为840吨, 每个顶的平均负荷为140吨, 安装16根钢绞线, 油缸的储备系数为1.42, 安全系数2.97。

液压回路, 1台泵站通过2台阀体柜为6台油缸同时供给压力油, 以满足工程要求的0.5~1.0cm/min (0.3~0.6m/h) 顶进速度。泵站的流量为36L/min, 电机总功率30kw, 额定工作压力31.5MPa。

控制系统采用了油缸动作控制和行程监测两套传感器。油缸动作控制传感器控制油缸的启动、停止及动作的转换, 行程监测传感器用于油缸行程的实时监控, 实时调整各项的行程, 保证顶进过程中钢箱立面的同步精度。施工过程中若钢箱的立面误差满足 $\pm 2\text{cm}$ 时各油缸按设定的程序正常运行, 当钢箱的立面误差大于 $\pm 2\text{cm}$ 时, 停止自动程序, 修正钢箱的立面误差后再重新启动系统进行自动运行。

### 3. 钢箱对拉施工步骤

#### 3.1 施工准备

① 备料,  $\Phi^{15.2}$  1860MPa的钢绞线左、右旋各半, 要求使用砂轮机下料, 且钢绞线不得有弯曲、散股、受到机械或电焊等损伤, 表面保持清洁。每根钢绞线下料长度L:

$$L = L_1 + L_2 + L_3 + L_4$$

L1: 索孔的长度

L2: 对拉油缸的长度

L3: 锚固梁的宽度

L4: 修正长度, 根据现场钢箱的吊装位置确定。

② 吊装设备, 联接油管、控制线缆, 并进行设备的空载调试。

③ 清洁索孔。

#### 3.2 穿索

① 将每束钢索的16根钢绞线按锚具的孔位编号后捆扎成束, 套上牵引头, 牵引钢索由锚固端引入, 张拉端引出。在张拉端卸下牵引头及牵引索后, 将钢绞线逐根穿过油缸, 在锚固端将钢绞线反锚在张拉梁上, 控制其外露长度 $\geq 30\text{cm}$ 。

② 进行钢绞线的预紧, 使每根钢绞线的初始张力一致。

#### 3.3 实施对拉

对拉前应保证东、西两端首节钢箱初期方向的精确性。昆明呈贡综合管沟的钢箱对拉是一间歇式的工序, 故每次对拉前均应对设备的油路、电路、锚夹具、控制系统及钢绞线进行全面检查, 确认设备处于适合工作的状况下才启动设备进行对拉。在对拉过程中若钢箱的立面误差超过 $\pm 2\text{cm}$ , 应进行调整后, 再继续对拉。随着钢箱的推进, 张拉端钢绞线的外露量增加至约3米时应当及时切除。

(下转第38页)

梁,右幅车道改为双向通行。

#### 4. 结论

我们在跨川杨河、浦东运河、罗山路和在龙阳路站等环境下,共运输架设轨道梁839根,轨道梁无一损坏,无任何事故,轨道梁初架设精度达到优良水平,架设速度满足工程进度要求,有效降低了工程成本,充分证明所选用的施工设备

与技术达到了目前的先进水平。

#### 参考文献

- 1、铁路战备业务手册(第一册),铁路战备局(1989年版);
- 2、六四式铁路军用梁手册(增订版),中国铁道建筑总公司(1998年版);

(上接第9页)

#### 6. 结论

(1)剪力分散型锚索提高了内锚固段锚固体弹性模量,其内锚固段剪应力峰值更低,因而单孔承载力也更高。

(2)剪力分散型锚索采用了整束挤压技术,其索体断面积小,所需的安装孔径可比常规锚索减小10%~30%,这将节约工程总造价约10%~15%。如果有新材料,剪力分散型锚索的安装孔径的减小值可接近60%。

(3)剪力分散型锚索内锚固段剪应力分布更加均匀,这将提高内锚固段锚固的可靠性,可靠地减小内锚固段的长度。

(4)剪力分散型锚索克服了我国传统锚索结构长期工作状态的固有缺陷,具有工况稳定、锚固可靠等优点。其较低的工程投资,必将给我国岩土工程带来巨大效益。

#### 参考文献

- [1] 彭宣茂,傅作新,张子明.岩基中的垂直锚杆分析.岩土工程学报, VOL.13.No.5.
- [2] 尤春安.全长粘结式锚杆的受力分析[J].岩石力学与工程学报, 2000.19(3).
- [3] 徐芝伦.弹性力学·北京:中国人民教育出版社, 1980年
- [4] 程良奎,范景伦等.岩土锚固·北京:中国建筑工业出版社, 2003
- [5] 刘宁,高大水等.岩土预应力锚固技术应用及研究·湖北科学技术出版社, 2002

(上接第33页)

每节钢箱对拉到位后,拆除电源及控制线缆进行后一节钢箱的对接,然后重新连接电源及控制线缆,继续对拉,直至管沟贯通实现东、西两端钢箱的对接。

#### 3.3 钢绞线卸载,撤除设备,完成。

#### 4、结束语

(1)双向对拉钢箱暗挖施工工艺在昆明呈贡综合管沟工程首次成功应用,为今后的类似工程提供了工程实例和实践经验。

(2)采用双向对拉钢箱暗穿施工工艺应当注意以下几个问题:

1)保证索孔的清洁,张拉端首节钢箱结构上应设置钢绞线清洁的空间。同时在施工过程中采取有效措施防止钢绞线泥污,减小清洁工作。

2)钢绞线锚夹具的工况要求清洁,绝对避

免砂粒进入锚夹具的工作面,一旦砂粒进入会极大可能的造成夹片断裂,导致该锚固单元丧失工作机能。

3)双向对拉钢箱暗穿施工,钢箱顶进时两侧的钢箱均处于悬浮状况,以6根柔性钢索作为导向,其导向弹性大,钢箱极易走偏,故应严格保证首节钢箱初期方向的精确性。

4)适当加大索孔直径以适应钢箱的偏移,减小钢绞线与锚固单元中心线的偏角。

5)安装空间狭小,应减小对拉设备质量、外形尺寸,便于设备在施工过程中检修、维护,采用全自动实时监测、调整系统,提高施工进度。

#### 参考文献

- 1.《昆明呈贡干道综合管沟工程施工图》上海市隧道工程轨道交通设计院·2004