

浅谈广西驮英罐区海脉渡槽槽身预应力张拉施工技术

秦边疆

中国水电建设集团十五工程局有限公司 陕西 西安 710065

摘要: 结合工程实际,从海脉渡槽槽身预应力张拉工艺的原材料、张拉设备的选型、预应力张拉的准备工作中,介绍了纵向张拉、竖向张拉、横向张拉、预应力管道压浆、槽身封锚端的施工技术等内容。

关键词: 海脉渡槽; 预应力张拉; 施工技术

1 工程简介

海脉渡槽全长440m,其中预应力混凝土槽身10跨,单跨40m,最大墩高48m,槽身为预应力混凝土箱梁结构,预应力混凝土跨中槽身断面面积 8.79m^2 ,端部槽身断面面积 10.20m^2 ,采用50(1)W6F100混凝土浇筑;普通混凝土槽身1跨,单跨15m,槽身为矩形结构,断面面积 8.79m^2 ,采用C30(1)W6F100混凝土浇筑;进口连接段长10m,出口连接段长15m。

海脉渡槽40米跨现浇预应力混凝土槽身共有三向四种预应力,既纵向预应力钢束、顶板横向预应力钢束、底板横向预应力精轧钢筋、腹板竖向预应力精轧钢筋四类,其中纵向钢束又分为腹板钢束和底板钢束。

2 槽身预应力张拉施工技术

2.1 预应力材料

2.1.1 预应力钢材

箱梁纵向预应力、顶板横向预应力材料均采用 $1\times 7\phi^{15.2}\text{mm}$ 高强度低松弛钢绞线,抗拉强度标准值 $f_{pk}=1860\text{MPa}$,弹性模量 $E_s=1.95\times 10^5\text{MPa}$ 。

箱梁底板横向预应力筋及腹板竖向预应力筋采用直径 $\Phi 32\text{mm}$ 的40Si2MnMOV精轧螺纹钢,抗拉强度标准值 $f_{pk}=930\text{MPa}$,弹性模量 $E_s=2\times 10^5\text{MPa}$ 。

2.1.2 预应力管道

箱梁纵向、竖向预应力及底板横向预应力管道采用HDPE高密度聚乙烯塑料波纹管圆管,顶板横向预应力管道采用HDPE高密度聚乙烯塑料波纹管扁管^[1]。

2.2 张拉设备的选型及校验

采用有自锚功能的穿心式双作用千斤顶及相配套的张拉油泵;张拉千斤顶的额定张拉力宜为所需张拉力的1.5倍,且不得小于1.2倍。与千斤顶配套使用的压力表应选用防振型产品,其最大读数应为张拉力的1.5~2.0倍。

2.3 槽身预应力张拉

预应力筋张拉按照先纵后竖再横向顺序分步完成,其中横向预应力筋按先底板后顶板的顺序进行张拉。纵

向预应力钢束采用两端对称张拉的方式,顶板横向、底板横向及腹板竖向预应力钢束(筋)采用单端张拉的方式,张拉时由箱梁两端对称、同时向中间推进。

箱梁混凝土龄期不少于7天,弹性模量不低于混凝土28d弹性模量的90%,进行预应力的张拉。张拉采用张拉控制力与伸长量双控的原则,实际伸长量误差控制在 $\pm 6\%$ 以内,张拉时应逐束填写张拉记录。

2.3.1 张拉准备工作

(1) 检验作业

为了控制张拉施工精度,在张拉作业开始之前需要进行检验,检验的内容包括油表精度、千斤顶参数、锚具质量等,如果检验过程中存在张拉器具质量不合格的情况,需要调整,必要时重新采购,然后再进行检验,保证所有器具满足设计要求。

(2) 预留钢绞线长度控制

钢绞线长度过长,会影响作业安全,因此需要严格控制其长度,设计预留长度为80cm。

(3) 安装千斤顶和工具锚、工具夹片

张拉千斤顶用槽身龙门吊吊装,为了降低张拉作业的阻力,需要将千斤顶、工具锚、工具夹片控制在同一水平线,防治相互之间产生摩擦,同时需要将钢绞线拉直,避免其晃动影响作业安全。当张拉施工结束之后,需要涂刷退锚涂料,降低工具之间的摩擦力,保证退锚作业能够高效、有序进行^[2]。

2.3.2 纵向预应力

40m跨径箱梁槽身纵向预应力钢束采用 $\Phi 15.20\text{mm}$ 的钢绞线,所有纵向预应力钢束采用单孔16根钢绞线,采用YM15-16锚具体系。纵向预应力钢束采用 $16\Phi^{15.2}\text{mm}$ 预应力钢绞线,两端同时、同步、对称张拉,设计张拉控制应力 $\sigma_{com}=0.74f_{pk}=1376.4\text{MPa}$,单束预应力钢束设计张拉力为3083.1kN。

纵向预应力钢束张拉顺序: $F_4 \rightarrow F_3 \rightarrow F_2 \rightarrow F_1 \rightarrow D_1 \rightarrow D_2 \rightarrow D_3$,采用双向张拉,按同步、对称、同时张拉的

原则进行。

预应力钢束张拉时增加的速率控制在100MPa/min，共分四步张拉完成。第一步：张拉应力由0至15% σ_{con} 预紧阶段，要求单束张拉；第二步：张拉应力由15%至30% σ_{con} ；第三步：应力由30%至60% σ_{con} ；第四步：应力由60%至100% σ_{con} 。第一步由0至15% σ_{con} ，张拉后分

别记录其伸长值，按既定顺序进行第二步张拉：张拉应力由15%至30% σ_{con} 并对其伸长量校验，满足“实际伸长量误差控制在+6%”的要求并持荷5min后，可进行第三步张拉：张拉应力由30%至60% σ_{con} ，再按既定顺序转移到其余钢束；第四步，张拉应力由60%至100% σ_{con} ，每步都按上述要求进行伸长值校验。

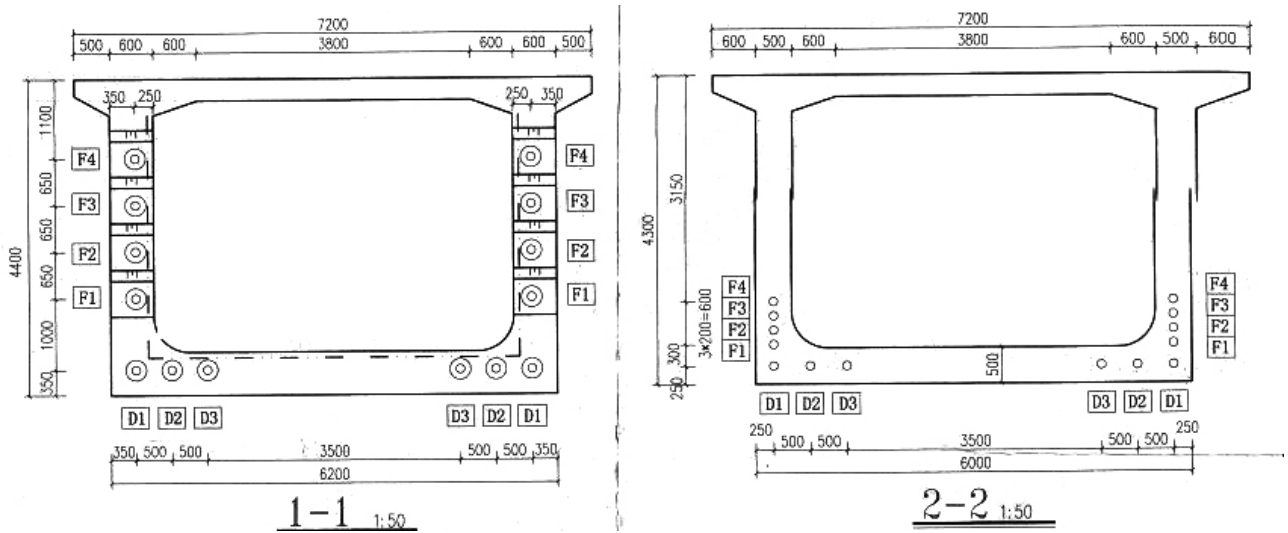


图1 纵向预应力钢束断面布置图

2.3.3 竖向预应力

竖向每个断面有4个预应力精轧孔道，按先外侧后内侧的顺序进行单端张拉，由箱梁两端对称、同时向中间推进。箱梁腹板竖向采用 $\Phi 32$ mm精轧螺纹钢在顶面单端张拉，锚具采用JLM-32型，张拉控制应力为 $\sigma_{com} = 0.85f_{pk} = 790.5\text{MPa}$ ，单根钢筋设计张拉控制力为635.4kN；所有预应力精轧螺纹钢严禁超张拉。

张拉工作程序：检查孔道是否通畅→将锚固端清理干净→安装锚具→用连接器连接千斤顶张拉杆与预应力钢筋→安装工具锚→按规范程序张拉到设计吨位→持荷5分钟→检查各项张拉控制指标→上紧锚具锚固→卸载→旋下工具锚。

竖向预应力筋采用扭力扳手二次张拉，二次张拉时间间隔为第一次张拉完成后5天，以确保竖向预应力筋及底板横向预应力筋的张拉质量。二次张拉完成后，应按湖南省地方标准《预应力混凝土箱梁桥腹板竖向预应力精轧螺纹钢张拉力检测规程》(DB43/T 847-2013)的有关规定，及时对箱梁的横向、竖向预应力精轧螺纹钢逐根进行检测，满足要求后进行压浆。严禁水泥砂浆等杂物进入竖向预应力钢筋的管道。

2.4 预应力管道压浆

张拉完成后48小时内进行孔道压浆，孔道压浆采用

真空辅助压浆的施工工艺，使得孔道内形成负压，减少浆液中的气泡，提高浆体的饱满密实度。

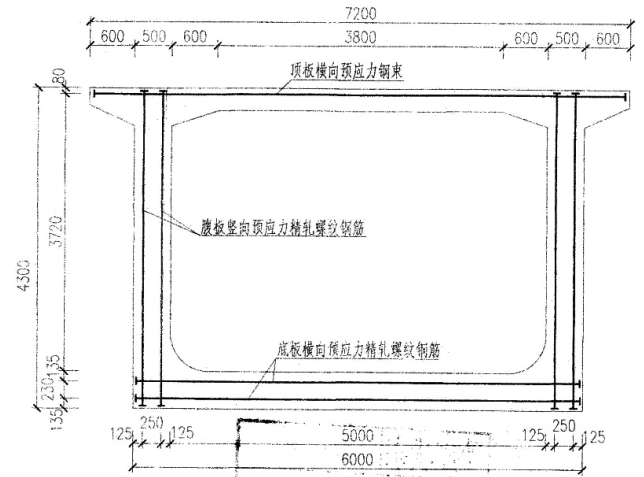


图2 竖向、横向预应力钢束(筋)断面布置图

2.4.1 压浆流程

机具、材料准备就位→清除管道内积水→进出浆口的锚垫板上安装球阀→搅拌水泥浆→抽真空→压浆泵压浆→出浆稠度与压入的浆体相同时，关闭抽真空端阀门→稳压→关闭压浆泵及压浆端阀门→拆卸压浆泵外接管路→浆体初凝后拆卸并清洗出浆端球阀^[3]。

2.4.2 制浆

(1) 施工设备、材料要求

灰浆搅拌机：采用高速搅拌机，转速应不低于1000r/min，浆叶的最低线速度为10m/s，最高线速度为20m/s。

压浆机：为了保证压浆整体施工质量，需要利用连续式压浆泵，保障压浆施工能够连续作业，避免中断影响压浆质量，同时需要选择最小分度值小于0.1MPa压力表，避免压力检测精度不足的问题。

压浆材料：采用成品袋装压浆料，加水搅拌后直接使用，浆体设计强度C50。

在进行压浆施工之前，需要做好检测实验，保证压浆材料能够满足设计要求。压浆料和水需要进行精准称量，其误差不能超过1%。

(2) 在进行搅拌施工之前，防止出现杂质污染灰浆的情况，需要对设备进行充分的清洗，并且清洗结束后需要将残余的杂质、石块、积水等清理干净。

(3) 浆体搅拌操作顺序为：首先在搅拌机中先加入实际拌和水用量的80%~90%，开动搅拌机，均匀加入压浆料，全部加入后再搅拌2min，然后加入剩余的10%~20%的拌和水，继续搅拌2min。浆体搅拌是制浆工艺的核心环节，需要严格控制搅拌的工序，第一步先加水，加水需要采用分次加入的方式，先加入85%左右的水量，然后启动搅拌机，缓慢的添加压浆料，进行充分的搅拌，搅拌时长不能小于2min，再添加剩余15%的水量，继续进行搅拌，时长也不能小于2min，搅拌好的浆液放入储浆罐，储浆罐进口处设过滤网，滤去杂物以防止堵塞管道。

(4) 经过检验后如果流动度大于18s，则需要继续进行搅拌施工，如果小于18s则注入储料罐，在注入储料罐之前需要进行过滤，避免颗粒大的杂质进入到储料罐中。同时，为了保障浆体质量，还需要不停的进行搅拌，防止浆体凝固。

(5) 如果浆体运输至施工现场后停滞的时间较长，导致流动度无法满足施工要求，需要重新进行制浆，不能使用加水的方式，否则将会影响整体质量。

2.4.3 压浆

制浆工艺完成后，需要尽快进行压浆，因为48h后浆体将会出现离析、不均匀沉降等问题。在进行压浆作业时，通常借助真空泵，在真空泵的作用下增加浆体的压力，保证其能够进入到管道。在压浆作业时需要遵循自下而上的原则，保证整体压浆质量。低端压浆，高端抽真空。

只有达到一定压力之后，才能保证浆体能够顺利灌入梁体管道，因此在此之前需要利用压浆泵对浆体进行

加压处理，使浆体从压浆嘴排出少许，以排除压浆管路中的空气、水和稀浆。对排除浆体的流动度进行测定，当数值达到规定后进行压力灌浆，将浆体灌至管道，进行后一道工序。

灌浆压力一般为0.42~0.6MPa；竖向管道压浆压力过大，将会导致灌浆不均匀问题，同时也会出现浆液浪费的情况，增加管理难度，因此需要将压力控制在0.35MPa左右。当排气孔的浆体速度达到规定数值之后，需要关闭出浆口，并保持0.5MPa且维持3~5min即可堵塞灌浆孔，完成压浆。28天强度要求达到50MPa。

浆体初凝后，经过检测浆体达到一定强度之后，需要将出浆位置、压浆位置的球阀以及其他设备卸下，然后进行清洗，方便后续使用。

灌浆料试件取自出浆口制作，试件注明制作日期及管道编号。

严格控制浆液稠度，保证浆体强度满足设计要求。孔道注浆要饱满，出浆稠度和储浆容器中的浆液浓度一致时再关闭出浆阀门，并稳压3~5min。压浆完成后，进行补浆。

在梁端安装、拆卸管阀等高空作业时，必须挂安全带。压浆时，注意管口不要对人，防止高压浆液喷出伤人^[4]。

2.5 槽身封锚段施工

箱梁压浆完成后，先将梁端周围冲洗干净，并对梁端砣进行凿毛，按照封锚段设计图纸绑扎钢筋，安装封端模板及橡胶止水等，一次完成封锚段C50(1)W6F100混凝土浇筑，封端必须控制好箱梁长度。

3 结语

广西驮英水库海脉渡槽槽身预应力混凝土，各项施工工序顺利开展，预应力张拉作业按照上述技术要求经实践论证可靠，最后经测量监测数据显示渡槽预拱和实际沉降等重要指标满足设计要求，槽身混凝土无任何裂缝，施工安全、质量、进度处于可控状态，从而检验了该预应力张拉技术的可靠性，也为类似工程施工起到借鉴和参考价值。

参考文献

- [1]钟伟兵.桥梁工程中预应力张拉施工的技术要点及注意事项[J].交通世界,2020(20): 15-16.
- [2]胡鹏;倪秋萍.基于桥梁预应力张拉施工工艺的质量控制研究[J].价值工程,2019(12): 43-44.
- [3]陈红亮.现浇箱梁预应力张拉施工工艺技术分析[J].工程建设与设计, 2020(22):105-106.
- [4]孙伟杰.市政桥梁工程中预应力张拉施工的关键技术研究[J].工程建设与设计,2020(21): 25-26.