**[类 型]**机具设备微改造

**[关键词]**桥梁高墩，垂直度，自动控制

桥梁高墩垂直度自动控制结构

JWC2021-070

中交一公局集团第四工程有限公司

张久林、李桂芹、郑凡、彭万德、覃绍许

**1.成果简介**

**1.1技术背景**

传统的高墩施工方法主要有翻模、爬模、滑模、支架法及最新的辊模施工等，随着高速公路和高速铁路逐渐向山区、深山区的不断推进，特别是西藏、贵州、四川、广西、云南、重庆等地区施工条件越来越艰巨，地质条件越来越复杂，而这些地区又必须要打通陆上经济发展通道，这样就给复杂地区桥梁施工带来多方面的影响，其中重要方面之一就是对高墩施工造成的影响。高墩垂直度控制一直是测量人员控制高墩一件繁琐的工作，传统高墩垂直度控制一般采用吊线锥法、全站仪观测法、传统垂准仪法。

**1.2解决的主要问题**

（1）现在业主要求施工进度越来越快，基本每个工作面都是多个高墩同时在施工，需要的测量人员和仪器设备较多，需要降低测量人员及设备的投入。

（2）测量人员工作量大和数据处理慢的问题，有时交代调整数据时容易造成偏差，减少中间过程错误和偏差。

（3）缩短测量观测时间、提高效率、减少成本投入。

（4）可以全天24小时自主观测，施工人员随时打开遥控观测无需其它专业测量人员和设备。

**1.3适用范围**

山区桥梁高墩施工、竖直建筑物施工及装配式建筑物施工控制。

**1.4技术特点**

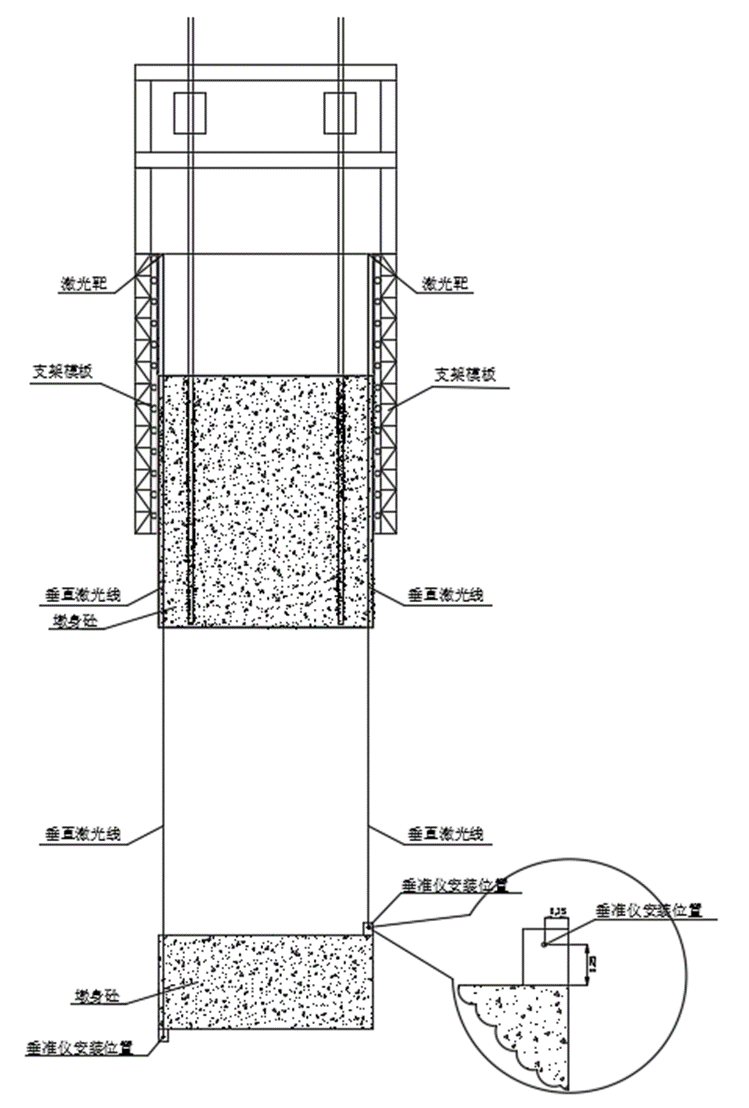
（1）使用方法进行桥梁高墩垂直度施工，通过激光垂准仪向上激光线与墩身平行原理，在顶端模板激光靶可以清晰直观观测模板偏位情况。

（2）因为有防护措施，在整个高墩施工工程中无需多次架设仪器，减少仪器操作误差，可以每天24小时进行观测。

（3）减少测量人员劳动强度和人员数量，同时保证了施工进度和墩身垂直度质量。

（4）使用激光垂准仪的新方法可以有效解决传统激光垂准仪施工测量控制时的缺点，并且很容易实现，达到快速、无伤害、省工、环保等优点。

（5）使用该方法可以减少测量用工90%以上，节省测量观测时间80%，模板调整时间减少了60%，模板调整人员也相应较少，经济效益越明显。

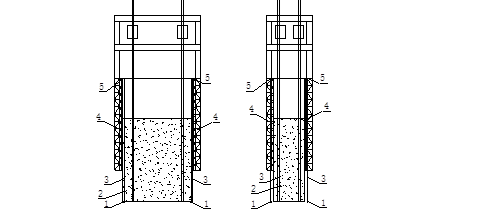


**图1 高墩垂直线控制示意图**

**2.技术内容**

**2.1技术原理**

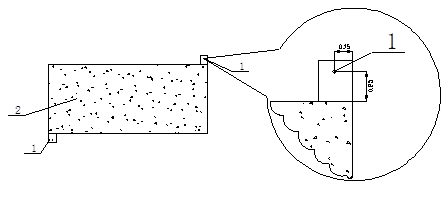
本方法提供了一种桥梁高墩施工垂直度自动控制方法，使用本自动装置，在墩身每一节混凝土浇筑过程中可以随时监测垂直度偏差，利用模板矫正系统可以随时对偏位模板进行矫正，精确模板位置，保证墩柱垂直度。本装置是利用激光垂准仪固定在矩形高墩对角，利用垂准仪本身垂直激光线对模板进行垂直控制，首先在模板制作时在模板对角上下两层预留激光观察孔，在模板上层安装激光靶，在浇筑承台时根据激光靶在墩身相对位置预埋垂准仪固定基座，并且根据需要预埋基座至承台外电力管线及垂准仪防护预埋件，完成承台并浇筑第一节墩柱砼时安装垂准仪，并安装电力线提供长期供电。本装置特点是仪器一次架设后不需后期人工操作，减少人为多次操作造成仪器偏差，仪器开关机等功能采用改装后无线遥控控制，也减少人工碰触仪器产生的偏差。本装置最大的特点是施工工人在墩顶随时可以无线遥控垂准仪开关机，方便工人任意时间段监测模板偏位情况。



**图2垂准仪控制高墩结构示意图**

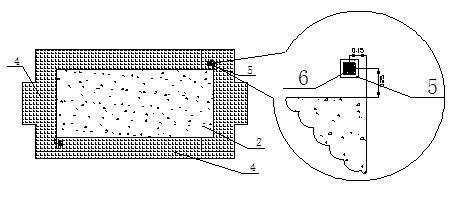
**说明：1垂准仪安装基座 2现浇砼墩身 3垂准仪激光垂线**

**4高墩支架模板 5垂准仪激光靶安装位置**

****

**图3 高墩底部垂准仪安装平面图**

**说明：1垂准仪安装基座 2现浇砼墩身**

****

**图4 高墩底部垂准仪安装平面图**

**说明：2现浇砼墩身 4高墩支架模板 5垂准仪激光靶安装位置6接收激光靶**

**2.2结构特点**

基本是原理构造是，通过垂直平行于高墩墩身的激光线，投射到模板顶面光把的光斑，可以直观反映模板偏位情况，再根据光斑在光靶的相对位置，反向调整模板，当光斑投射到光靶中心位置时，模板就处于垂直状态，可以进行下一步施工作业。

本装置主要由成品垂准仪装置、供电与直流电机减速遥控接收装置、遥控发射装置和顶部激光靶装置四大部分组成。

通过由直流电机及减速系统控制的动力装置提供可调节的动力带动垂准仪调焦装置，完成垂准仪激光调焦工作。遥控装置可以控制垂准仪开关机、垂直激光调焦功能，施工工人可以在施工模板顶面就可以完成全部模板定位作，直观明了的检查墩身偏位情况。具体装置原理如下：

（1）生产厂家成品激光垂准仪装置



**图5** **成品激光垂准仪结构图**

（2）成品激光垂准仪改造后的远程遥控



**图6 改造后激光垂准仪图**

（3）供电与直流电机减速遥控接收装置

1）供电部分为220V交流电压经市场采购成品开关电源输出12V直流稳压电源，提供给遥控接收装置，垂准仪供电采用降压模块12V直流降压至3V直流供电。



**图7 成品开关电源**

2）直流电机和减速机为一体式装置，用以降低直流电机转速，增加扭矩。



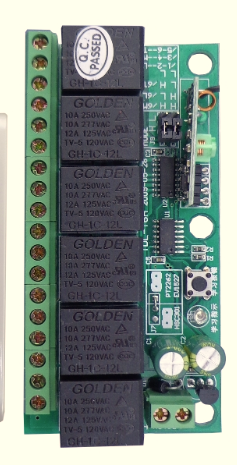
**图8 一体式直流减速电机**

3）直流电机扭力输出采用网购一大一小两个齿轮传递到垂准仪调焦手轮轴，变手动为遥控自动。



**图9 转换铜齿轮**

4）遥控接收装置为厂家半成品模块，通过连线设计供调焦直流电机使用，主要控制未端供电和直流电机正反转。

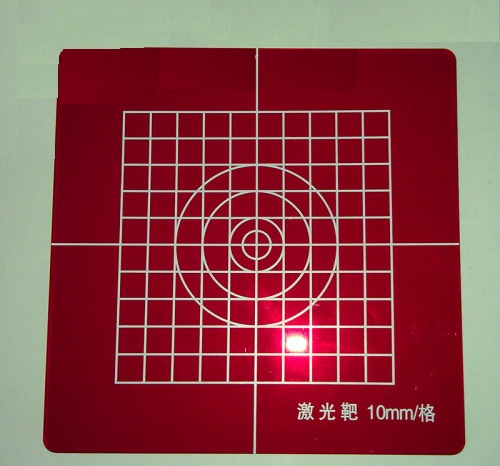
  
**图10 遥控接收正反转板**



**图11 远程遥控器**

5）顶部激光靶装置

在模板厂家加工高墩支架模板时预留并安装垂直度控制装置：在模板对角相应垂准仪激光靶安装位置切割或焊接激光垂准仪激光靶孔洞，两层模板或多层模板时要根据垂直原理同时预留孔洞，在模板顶层安装激光靶后出厂。



**图12 激光接收靶**

**2.3工艺流程**

**3.1工艺流程**

（1）激光垂准仪改造安装

1）采购成品激光垂准仪、直流开关电源、直流减速电机、多功能遥控套件、转换齿轮、树脂板；

　　2）拆除垂准仪手控调焦旋钮，安转齿轮1；

3）根据安装位置要求在树脂板打孔固定直流电机、安装齿轮2，与调焦齿轮1吻合后进行固定；

4）连接遥控板到直流电机和垂准仪供电极；

5）开关电源与遥控板连接

（2）改造后激光垂准仪控制高墩施工

1）全站仪在墩底承台位置施工放样；

2）承台上安装模板；

　　3）承台控制点上安装激光垂准仪；

　　4）模板顶部安装激光靶；

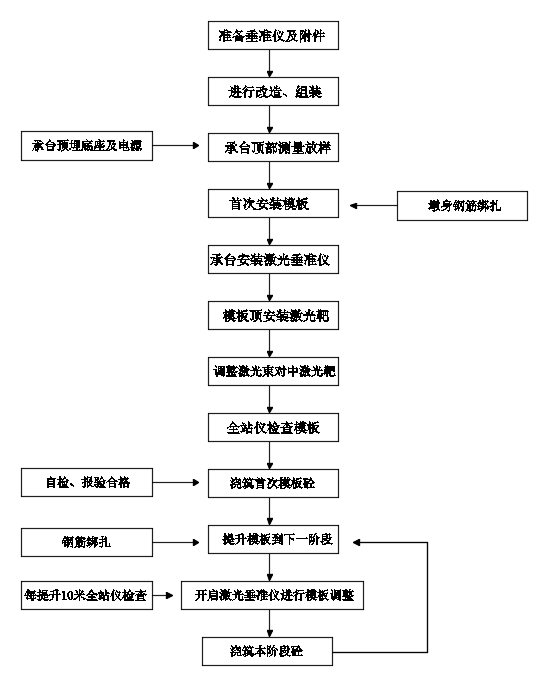
　　5）调整激光束对中激光靶；

　　6）全站仪检查模板位置；

　　7）浇筑首次模板砼；

　　8）提升模板到下一阶段；

9）开启激光垂准仪进行模板调整



**图13激光垂准仪施工工艺流程图**

**3.应用效果**

桥梁高墩施工垂直度自动控制方法已在中交一公局集团四公司贵州余凯高速YT3合同段、凯羊高速公路KT5合同段、沿德高速公路7合同段、剑榕高速公路14、15合同段等多个项目进行推广使用，取得了良好的效果，桥梁高墩垂直度得到有效提高，施工过程中可以加快施工进度，调整模板时因为有了参照点依据，明显比原来全站仪控制节约了大量时间，测量人员也降低了劳动强度和观测频率。

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 墩身4.5米一节施工 | 施工工人（工时） | | | | 测量用工（工时） | | | |
| 普通方法调校模板用工时间（6人） | 自动垂准仪调校模板用工时间（6人） | 减少时间 | 减少核算工时 | 普通方法调校模板用工时间（2人） | 自动垂准仪调校模板用工时间（2人） | 减少时间 | 减少核算工时 |
| 1 | 4.5 | 6 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 2 | 9 | 6 | 2 | 4 | 3 | 2 |  | 2 | 1.5 |
| 3 | 13.5 | 6 | 2 | 4 | 3 | 2 |  | 2 | 1.5 |
| 4 | 18 | 6 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 5 | 22.5 | 6 | 2 | 4 | 3 | 2 |  | 2 | 1.5 |
| 6 | 27 | 6 | 2 | 4 | 3 | 2 |  | 2 | 1.5 |
| 7 | 31.5 | 6 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 8 | 36 | 6 | 2 | 4 | 3 | 2 |  | 2 | 1.5 |
| 9 | 40.5 | 6 | 2 | 4 | 3 | 2 |  | 2 | 1.5 |
| 10 | 45 | 6 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 11 | 49.5 | 6 | 2 | 4 | 3 | 2 |  | 2 | 1.5 |
| 12 | 54 | 6 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| 13 | 58.5 | 6 | 2 | 4 | 3 | 2 |  | 2 | 1.5 |
| 14 | 60 | 6 | 2 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1 | 0.75 |
| 合计 |  | 84 | 28 | 56 | 42 | 28 | 11 | 17 | 12.75 |

**表1 自动垂准仪控制人工及工时使用对比表（按墩高60米统计）**

表1是按爬模或翻模施工时计算节约工时，现在施工多采用滑模或辊模，在施工时速度更快，模板控制更是要求及时准确，测量人员要求随时在现场检测模板平面精度，用原来方法需要更多全站仪和测量人员，有时测量人员忙不赢时势必影响质量和工期，快速、准确的高墩垂直度控制方法大大的提高了功效，降低了设备成本和人工成本。

**4.推广应用前景**

高墩施工垂直度自动控制方法适用于各类公路、铁路及市政桥梁高墩垂直度控制，尤其是地形复杂、施工场地狭窄、测量控制点难以布设的山区桥梁高墩柱施工，具有良好的推广应用价值，在未来的桥梁高墩施工过程中将占据主导地位。