

# 铁路大跨度钢梁预拼技术初探

铁道部第十二工程局 王鹏程

在大跨度钢梁拼装施工中,钢梁的预拼工作占有非常重要的地位。由于预拼作业量大、工序多、要求施工的精度高,因而,它是钢梁拼装施工的基础工作,其施工速度控制了整体工程进度,作业的质量直接对钢梁悬拼及最后钢梁合拢起着关键作用。因此,钢梁预拼对钢桥施工具有十分重要的意义。

本文依据丰准线黄河特大桥钢梁拼装施工的实例,对特大桥钢梁预拼的施工方法、技术及工艺做进一步的探讨。

## 1、工程概述

丰准线黄河特大桥在该线 DK223+136.67~DK223+771.09 段,位于内蒙古伊盟与乌盟、黄河与浑河的交界处,钢梁采用孔跨为(96+132+96)m 三跨连续刚性桁梁柔性拱,无竖杆三角形桁架,此结构形式在我国桥梁史上属于首次使用的新技术。该梁桁高 12m、节间距 12m 桁距 7m,中跨矢高 22m,钢梁全长 325.3m,总用钢量 1591 吨,每延 m 用钢 4.89 吨,钢梁为栓焊结构,支座采用盆式橡胶支座。钢梁构部件按所处位置可划分为主桁、桥面系、联结系、员工走道、检查设备五个部位,共有 3347 个构部件,其中:最大杆长 14.04m,最大杆重 6.018 吨;预拼单元,结构最大杆长 14.10m,最大重量达 8.90 吨。安装的六种螺栓,计 23 个规格 99585 套(不含拼装过程中装配用普通螺栓)。拼装施工期四个月。

## 2、预拼施工组织及施工流程

为了在较短的时间内,尽快保质、按量完成施工任务,对钢梁预拼的施工组织做了如下程序安排。

- 预拼
- 材料组

预拼组
- (1)存料场地布置

(2)工具、机具准备

(3)杆件质检、修正、矫正、除污、除锈、清除飞边、毛刺,补喷损伤铝面

(4)吊装预拼杆件至预拼台、配件到位

(1)组织人员对位、预拼

(2)打冲钉、按预拼图装高强高度螺栓

(3)高强度螺栓的初、终拧

(4)高强度螺栓终拧检查

(5)悬拼带物及检查

(6)悬拼前整体检查及鉴证

并根据预拼工作特点作了以下三大步骤的施工组织实施。

2.1 预拼施工人员的组织工作

围绕施工生产成立了钢梁预拼材料组织和钢梁预拼作业组,并对两组人员轮流进行技术培训。两个组的人员设置及职能见表 1。

预拼人员、职能表 表 1

组名	工序号	作业分组名称	人数	岗 位 职 能	说 明
预 拼 组	1	吊运杆件分组	4	杆件上预拼台、预拼后产品上桥悬拼	吊车司机 1 人、指挥 1 人、捆绑 2 人
	2	杆件拼装分组	8	小件搬运、打冲钉 安装高强度螺栓	安装 6 人、螺栓传递 2 人
	3	高强度螺栓 初拧分组	4	按要求初拧高强度螺栓	2 人配对操作
	4	高强高螺栓 终拧分组	4	按扭矩要求终拧	2 人配对操作
	5	终拧检查分组	3	检查高强度螺栓终拧质量	协助对不合格高强度螺栓 更换及重新施拧的监控
材 料 组	1	杆部件登记员	2	负责杆部件来料登记	核查部件型号、指导存放事宜等
	2	质量鉴定分组	3	对杆部件进行质检	联络杆部件生产厂家、对不合格产品质量进行交涉
	3	杆部件现场 矫正分组	4	对变形杆部件现场矫正	重大损伤送原生产厂返修
	4	杂物清除分组	4	清除飞边、毛刺、 焊渣、除锈、去污	一般情况要保持 2 人
	5	喷铝分组	2	补喷脱落铝面	
	6	保管员	2	高强度螺栓及配件保管	包括登记、发料、贮存

2.2 预拼机具组织

预拼的机具应根据施工现场的具体情况设置。机具准备的首要条件是保证施工生产的需要。另外,可围绕提高生产效率的宗旨自制一些简单实用、使用方便的工具。如黄河特大桥吊装 H 型杆件使用的 S 形吊装钩、节点板拼装撬棍等。预拼的主要机具列为表 2,可做参考。

预拼主要机具表 表 2

序号	名称规格	单位	数量	备 注
1	16T 轮胎吊机	台	2	龙门吊替代一台
2	示功扭矩扳手	把	1	做复检用
3	电动扳手	把	4	初、终拧各 2 把
4	套筒扳手	把	4	
5	钢 绳	条	若干	满足吊重要求 { 最重 8.9T 最长 14.1m
6	吊装扳钩、挂销	对	若干	两个组成一对
7	U型卡环	对	若干	
8	喷铝工具	套	1	

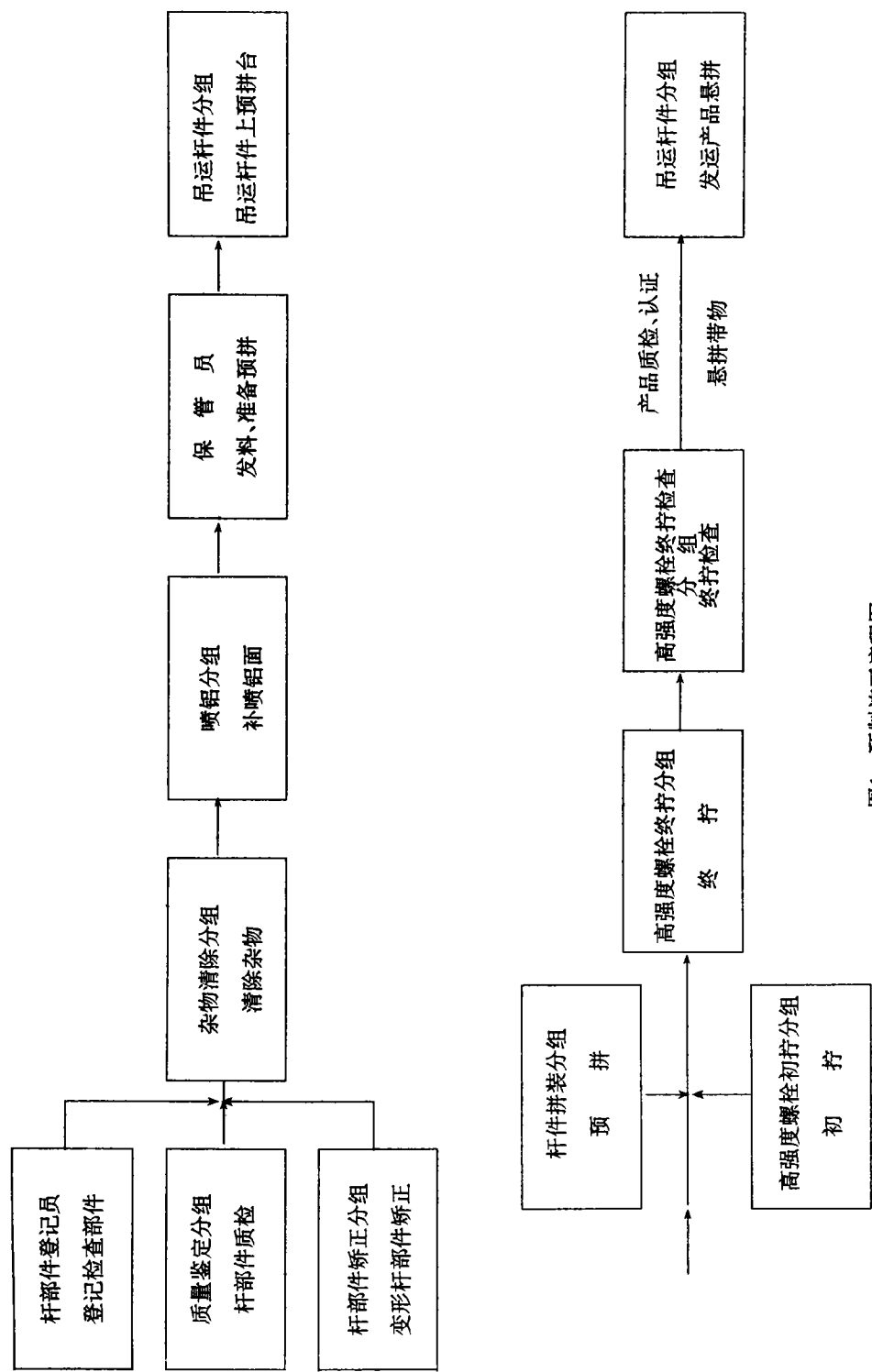


图1 预制施工程序图

2.3 预拼的施工流程

按照钢梁预拼各工序的特点,结合黄河特大桥钢梁拼装的实际情况,对预拼施工流程作(图1)分析:

预拼施工流程图说明:A. 图中直线方框为材料组施工程序,曲线方框为预拼组施工程序;B. 该图是对同一预拼产品全过程的流程分析,工序的次序代表了施工时间上的先后顺序;C. 材料组可根据预拼场地的条件最低不少于对预拼组一个节间的提前量。尤其杆件的检查、矫正工作应更超前完成。

3. 预拼施工方法、工艺要点

3.1 材料组

- (1)首先要认真规划存放钢料场地,合理堆码钢部件,减少杆件预拼中吊转次数、翻身、调头等作业,尽量做到部件一次到位。要做好防雨、防污、防火、防洪等工作,特别是高强度螺栓的存放要更为妥当。
- (2)严格要求按“二、二、三、四”程序办事。(“二复核”是指设计图与预拼图对照复核;“二清点”是预拼前,对本单元组件的配件数量进行清点、对所需各种型号高强度螺栓数量进行清点;“三检查”节点板拱度、杆件的左右及位置检查;“四处理”检查清除各种污迹、铲除磨光飞边毛刺、补喷脱落铝面、对局部损坏锈蚀等不合技术要求的板面进行处理。)
- (3)建立高强度螺栓存放、保管、领发料、批号登记制度和组织。杆部件质量鉴定合格后做油漆编号标记,并运输至拼装工作台进行预拼作业。
- (4)特别注意:在支点处有两块磨光顶紧的节点板,在工厂加工时两块节点板系在一块磨光,并一起栓合发送,这类节点板切忌拆散,并不允许用于他处。
- (5)电动扳手在使用前要进行标定,每个工班下班前要将使用的电扳送检测组标定(其扭矩误差不得大于使用扭矩值的±5%)。然后下个工班领取使用。
- (6)建立钢梁拼装作业内容台帐和预拼单元材料台帐(一般预拼图带、据此整理的台帐)。可以起到防止差错、提高效率的作用。以黄河特大桥为例列(表3)供参考。

黄河特大桥预拼作业台帐 表 3

吊 序	预拼工作内容	使用图号	预拼日期	悬拼日期
.....				
40	A <sub>3</sub> ~A <sub>5</sub> 上弦	预拼图 31/设计图 27、28	92. 7. 22	92. 7. 23A 班
41	" X <sub>6-2</sub>	"	"	"
42	E <sub>6</sub> ~A <sub>5</sub> 下斜杆	"无/"53~61	"	92. 7. 23B 班
43	" F <sub>17</sub> <sup>F</sup>	"	"	"
44	A <sub>3</sub> ~A <sub>5</sub> 上平联	"68、69/"88、89、90	92. 7. 23	"
45	(A <sub>5</sub> )L <sub>23</sub> 上平联横撑	"70/"88、89、90	"	"
.....				

3.2 预拼组

(1)重新清点拼装单元的材料数量与型号,将杆件和配件与三图(设计图、预拼图、生产图)复核,检查杆配件是否合格,清除左搬运过程中沾染的污迹,保证杆部件清洁、使用准确并无质量问题。

(2)将大杆件的方向调正、放在预拼台准确的位置上。用扒杆或吊车将节点板吊起使其与杆件螺栓孔按图对位,对位后梅花形花布置打冲钉(此法称为“拼贴法”)。打冲钉时要注意:① $\phi 22.8\text{mm}$ 与 $\phi 22.9\text{mm}$ 两种冲钉不要混用;②检查孔眼是否有异物阻塞,影响冲钉打入;③为了确保预拼精度,冲钉按使用期及时更换并在预拼作业中上足冲钉数量;④保证安全、防止冲钉伤人。

(3)冲钉打好后,在节点板上标示高强度螺栓的数量、规格及位置,接着就是安装高强度螺栓。为了安装高强度螺栓方便及整个桥梁的美观,除纵梁上翼缘上的螺母向下以利设置桥枕外,其余以扳手操作便利为准,同时兼顾方向一致,一般规定螺母顺桥前进方向选择向上、向前、向外。

(4)高强度螺栓的拧紧顺序,以减少板内产生应力集中为宜,一般应从节点中刚度大的部分向不受约束的边缘进行,对大节点则应从节点中央沿杆件向四周进行。

(5)高强度螺栓初、终拧:高强度螺栓的初拧及终拧应以预拼图所标示,严格按《铁路钢桥高强度螺栓连接施工规定》(TBJ214~92)实施。黄河桥钢梁采用扭矩法施拧高强度螺栓,初扭的扭矩为终拧扭矩值的 50%。终拧扭矩计算公式:

$$T_e=K\times P_c\times d$$

式中  $T_e$ ——终拧扭矩 (N·M);

$K$ ——扭矩系数平均值,一般在 0.110~0.150 范围之内,施工中注意环境温度对其影响。

$P_c$ ——高强度螺栓施工预拉力,参见表 4;

$d$ ——高强度螺栓公称直径(mm)。

高强度螺栓预拉力(kN) 表 4

螺纹规格(d)	M <sub>22</sub>	M <sub>24</sub>	M <sub>27</sub>	M <sub>30</sub>
设计预拉力(P)	200	230	300	370
施工预拉力(P <sub>c</sub> )	220	253	330	407

在施工中,终拧的高强度螺栓严禁发生超拧或欠拧现象,超拧使高强度螺栓报废,欠拧然后用电动扳手加拧时往往出现超过规定扭矩的现象。因此,这两种情要杜绝发生。

(6)高强度螺栓终拧检查:黄河特大桥高强度螺栓终拧检查以“松扣、回扣法”检查为主,即先在螺栓与螺母的相对位置划一细线作为标记,然后将螺母拧松约 30°,再用检查扭矩扳手把螺母重新扭紧至原位置,测取此时的扭矩应在 0.9 $T_{ch}$ ~1.1 $T_{ch}$ 范围内, $T_{ch}$ 按下列公式计算:

$$T_{ch}=K \times P \times d$$

式中  $T_{ch}$ ——检查扭矩(N·M)

依此即可判定高强度螺栓终拧是否合格。

(7)预拼完毕要进行预拼检查、检查杆部件装配是否正确,预拼质量是否合格,悬拼带物是完整,填写质检证书,然后将助悬拼进行单元调运工作。

(8)黄河特大桥预拼质量与拼装效率:该桥高强度螺栓施拧质量按每孔钢桁梁抽查螺栓总数合格率达到 90%,分项工程评定优良,其它指标均达《铁路特大桥工程质量评定验收标准》(TBJ416—87),这是黄桥工程指挥部成功运用 PDCA 对工程运行过程作全方位管理,QC 小组扎实工作的结果。由于工序地管理科学、合理,使得预拼工效由原来的 4 吊/工班·日上升至 12 吊/工班·日,工效提高 2 倍。为钢梁悬拼高质量的一次性合拢奠定了良好的基础。

## 大力推进总体改革

各级组织、各级领导要强化集团经营的理念,充分发挥整体优势;要强化大市场的理念,形成大经营格局;要强化练内功的理念,全面提高企业素质;要强化重效益的理念,不断增强企业综合实力。把握机遇,开拓创新,努力实现深化改革的大突破。总体改革的指导思想是:以建设有中国特色社会主义的理论为指导,以党的十四届三中全会决定为准则,以建立现代企业制度为目标,以集团化、多元化、国际化为发展方面,着力机制转换,着力基础工作,着力制度创新,加大力度,重点突破,积极稳妥地推行改革。总体目标是:力争三年初步建立起产权明晰、权责明确、政企分开、机制灵活、管理科学的适应市场竞争的现代企业制度,把工程总公司改造成为“四自”的法人经济实体,现代化的大型企业集团。实现总体目标,分成两个阶段。第一阶段:打好基础,积极试点,重点突破;第二阶段:以点带面,整体推进,巩固提高。

(文录)