

虹起长三角 奔跑新镇江

科技创新之桥书写传奇

五峰山大桥多种高科技元素令人瞩目

五峰山大桥的建成,不仅给我市、我省铁路公路交通出行带来极大的便利,更对社会经济发展起到巨大的推动作用。就大桥本身来说,它的建成,不仅是我国建桥事业的一大成就,而且科技创新方面,在世界造桥史上也有诸多创举。

五峰山大桥是世界首座公铁两用高速悬索桥,也是全世界车辆通行速度最快的公铁两用悬索桥。不仅如此,它还是世界上载重最大的公铁两用悬索桥,它也是世界上首座采用板桁结合钢桁梁的公铁两用悬索桥,并且是首次采用轧制成形不锈钢复合钢板的公铁两用悬索桥。

据了解,五峰山大桥拥有世界最大的主缆,其直径达1.3米,单根主缆允许拉力达88万kN,在施工过程中,大桥建设者们还研发了世界上最大起重量(超1400t)钢梁吊装专用大型缆载起重机。它还拥有世界上平面面积最大的锚碇基础和世界最大平面尺寸陆地沉井。大桥的多项科技均创下世界之最,不断书写着世界造桥史上的传奇。



本版摄影 沈湘伟

悬索桥上跑高铁 创下科技奇迹

对于公路桥来说,采用悬索桥结构十分普遍,但对于要在悬索桥上建成4线时速250公里高速铁路,则会成为造桥建设者面临的一大难题。这是因为,悬索桥通常都属于典型的柔性结构,有一定的变形空间。从公路桥的角度来说,无论是通过汽车,还是遭遇地震、台风等自然灾害,都不易损坏,但对于重量达800多吨,几分钟就要通过一趟,且高速行驶的动车来说,悬索结构就不太容易稳定。

中铁大桥局连镇铁路五峰山施工相关负责人表示,悬索桥上跑高铁,这对悬索桥来说则是大难题,一列动车高速通过时,会在短时间内对大桥施加巨大荷载,通常会使得悬索桥产生较大的变形,容易造成隐患甚至事故。不仅如此,由于动车需要高速行驶,高铁铁轨及路基必须保持相当的强度,路面材料及轨道都需要支撑,则又要大幅增加重量,这些因素使得悬索桥结构要承受更多的压力,因此五峰山大桥从项目设计开始,就面临着巨大挑战。

最终,专家和技术人员还是迎难而上,坚持采用悬索结构造桥。这是因为五峰山大桥所经过的江段是长江主航道,每天通过大量万吨级巨轮,桥梁必须给巨轮腾出足够的航道,让船舶在桥下有足够的安全空间,因此需要主桥一跨过江,而这正是悬索桥的强项。因此,五峰山大桥的设计与建设难度很大。具体来说,五峰山大桥主桥长达1.4公里,这样的长度需要超强的悬索才能够将其吊在高空,同时大桥的桥面也需要变“硬”,满足高速列车安全通行。面临诸多难点,广大建设者开拓进取,无论是设计还是施工,都大胆创新思路,采用更先进的技术,在解决一个个难题的同时,也创下了无数个世界第一。



超大直径钻孔桩 深达地下百米



“千里之行,始于足下!”对于一座横跨长江南北的大桥而言,建设大桥的第一步就要从钻孔桩开始。2016年1月,五峰山大桥南北两岸的主塔位置,架起了密密麻麻的大型施工机械,工地上一片沸腾,钻孔桩纷纷开钻,标志着大桥主体结构施工全面展开。

悬索桥的两端是通过锚碇埋在两岸地下的,要拉住巨大的主缆,并承受高速行驶运行时的冲击力,锚碇的作用极为关键,锚碇除了一直要抵消侧方向外拔的力之外,其稳定性还受到自身的重量、强度以及地质情况等方面影响。大桥两岸表层多为疏松的软塑状淤泥,下面还有碎石和流砂层,更深处则有极为坚固的岩石层,锚碇很难固定住。为此,工程技术人员就在锚碇底部打下许多超大直径桩,将锚碇牢牢吸住。



大桥北岸3号主墩在近岸水域展开施工,为了起到挡水的作用,工程技术人员大胆采用一个巨型“哑铃”状的钢围堰结构,就如同一个巨型钢套管。整个钢围堰长101.1米、宽44.3米,围堰箱壁厚达2米,其横截面积比10个篮球场还大。在钢围堰的底部,密布着70根巨型钻孔灌注桩,每根桩的直径达3米,最浅的桩插入江底80多米,最深的则超过百米,有了这些巨型钻孔桩的助力,整个主墩及锚碇将稳如泰山。



南北两岸巨型锚碇 成世界之最

据了解,悬索桥是通过索塔悬挂并锚固于两岸的缆索作为主要承重构件,靠着缆索的拉力,悬索桥将桥面本身的重量和交通工具的荷载通过吊索吊在主缆上。为了大桥更加安全,主缆可以加粗,索塔也可以加重,这对于大桥建设者来说都不是什么难事,可问题是悬索的两端要通过锚碇埋在两岸的地下,这些锚碇如同大桥的“秤砣”,需要平衡整座大桥的重量。

五峰山大桥南北两个巨型锚碇才真正是保障悬索桥安全的灵魂。为了增强锚碇的稳定性,技术人员采用沉井法对锚碇基础进行施工,而沉井的施工技术难度极大。在大桥北岸施工现场就有被称为世界有史以来最大的北锚碇沉井,北锚碇沉井基础长100.7米、宽72.1米、高56米,将近130万吨的“体重”,相当于11艘世界最大航母“福特级”航空母舰重量总和,为世界最大沉井。沉井采用矩形截面,壁厚2米,隔墙厚1.3米,中间共设置48个矩形隔舱。沉井共分10节,分3次下沉到位。

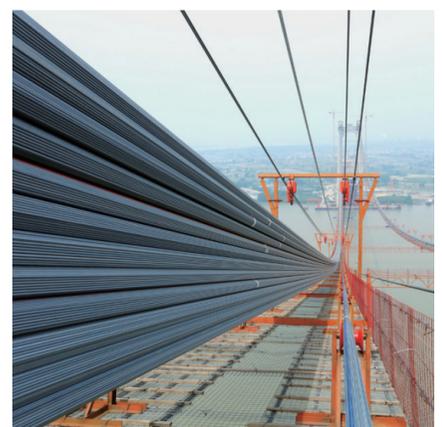
位于南岸的4号主墩,则是一个“哑铃形”的混凝土承台,面积达到7个标准篮球场大小,承台总面积达2866平方米,浇筑混凝土总量达27199立方米,消耗的钢筋达3635吨。负责南岸4号主墩浇筑的施工现场负责人陈鹏飞告诉记者,施工中的最大难度不仅在于工程量大,技术难度及精度的要求更加严格。

南岸4号主墩浇筑的时间正值严冬季节,“控温”是贯穿整个施工的一项关键技术,施工过程不仅有降温,还有保温与升温,温度的控制必须严格按照规范操作。为了确保大桥满足超过百年的耐久性,抗渗及抗裂标准,施工技术人员采取了分层浇筑、大量设置冷却水管、加热水拌和、蓄水覆盖养护等多种措施。

据了解,4号主墩在首次浇筑时,施工人员在承台钢筋网内布置了总长超过12公里,128个进出水口的冷却水管循环系统。这套系统通过循环流出的水温控制在20-30℃,刚好满足承台表面混凝土蓄水养护的需要,可有效防止混凝土表面产生裂缝。



超强主缆能吊“航母” 力大无穷



为了保证大桥行车安全,桥面采用钢箱梁架后,大桥的重量又大幅增加,整座大桥用了106万方混凝土、8.5万吨钢筋、10万吨钢结构构件以及3.3万吨主缆钢丝,再加上每隔三五分钟还有一列高速列车疾驰而过带来的巨大荷载,这么重的大桥如何吊得起来?不用担心,五峰山大桥主缆采用的是最新研制的新型主缆钢丝,直径达1.3米,强度则超过了1960兆帕,各项性能也远优于普通主缆钢丝。这是全世界最粗的主缆,与之相配合的还有世界最大的紧缆机和绞丝机。

据了解,五峰山大桥是我国第一座公铁两用悬索桥,也是世界上荷载最重、行车速度最快的公铁两用悬索桥。大桥上部结构施工尤为关键,全桥设计两根主缆,上下游各一根。每根主缆由352根索股组成,每根索股由127根直径5.5毫米、抗拉强度达1860兆帕的镀锌铝高强度钢丝组成。单根主缆的拉力高达9万吨,足以吊起1.5艘满载的“辽宁号”航空母舰。

中铁大桥局连镇铁路项目部常务副经理陈明表示,面对主缆索股数量多、控制精度高等诸多困难,大桥建设者采取了一系列新工艺和新工法,科学研发索股快速牵引施工方法,精心呵护每一根主缆施工质量,多措并举推进索股架设进度,包括把索引设备变单主机为双主机,把双顶调索变为多顶调索,对入鞍装备进行改进等,加快了进度,提高了工效,有力保证了施工安全和质量。

值得一提的是,在大桥桥面的架梁施工中,4台缆载起重机也是“巨无霸”,为国内最大级别的缆载起重机,每台的自重达300吨,可吊起900吨的重物。施工负责人表示,五峰山大桥共计架设钢桁梁节段53个,其中每节中跨钢桁梁的最大重量可达到1432吨,这一重量也是目前国内最重悬索桥钢桁梁,如此重量的钢桁梁,只需要两台缆载起重机合力就可轻松完成起吊,也属于国内首次。

(沈湘伟)