

桥梁工程“T”梁施工技术浅析

杨建

重庆市石柱土家族自治县农村公路养护管理站, 重庆 409100

[摘要]“T”梁是桥梁工程中广泛应用的主要承载构件,其施工质量直接关系到桥梁使用的结构安全和稳定,因此“T”梁在桥梁工程中起着举足轻重的作用。本文就如何生产出符合设计和国家技术规范的“T”梁,在施工过程中如何精准把控影响“T”梁质量的部分主要指标和技术参数进行分析,以及对这些指标、参数因控制不当可能带来的影响和后果进行探讨,为从事桥梁建设者们提供借鉴,有效提升“T”梁的建设质量,确保桥梁运营安全。

[关键词]桥梁工程;“T”梁施工;技术分析

DOI: 10.33142/ucp.v2i3.16732

中图分类号: U65

文献标识码: A

Brief Analysis of Construction Technology for "T" Beam in Bridge Engineering

YANG Jian

Chongqing Shizhu Tujia Autonomous County Rural Road Maintenance and Management Station, Chongqing, 409100, China

Abstract: "T" beams are widely used as the main load-bearing components in bridge engineering, and their construction quality directly affects the structural safety and stability of the bridge. Therefore, "T" beams play a crucial role in bridge engineering. This article analyzes how to produce "T" beams that comply with design and national technical specifications, how to accurately control the main indicators and technical parameters that affect the quality of "T" beams during the construction process, and explores the possible impacts and consequences of improper control of these indicators and parameters. It provides reference for bridge builders, effectively improves the construction quality of "T" beams, and ensures the safety of bridge operation.

Keywords: bridge engineering; construction of "T" beams; technical analysis

引言

桥梁工程中的“T”梁,作为桥梁主要承重构件之一,广泛应用于公路、铁路、城市轨道交通等桥梁建设中,对交通的安全运营起着十分关键的作用。影响“T”梁质量的优劣,涉及到多个技术参数,尤其是混凝土强度、施加预应力、钢筋配置、“T”梁制作与养护等参数,均直接决定着“T”梁的命运。在“T”梁制作过程中,精确的参数控制能够有效保证“T”梁质量符合设计和国家技术规范要求,确保桥梁安全运营;反之,则会对“T”梁的结构安全产生严重影响形成质量隐患,给桥梁运营带来巨大的安全风险,随时引发重大安全事故。为此,深入分析“T”梁质量的主要指标及参数并合理控制这些指标,对提升“T”梁施工质量和确保桥梁安全运营具有十分重要的意义。

1 影响“T”梁质量的主要技术指标与参数

桥梁建设是交通工程建设领域中的重要组成部分,对于较大跨径的桥梁建设而言,采用预制或现浇“T”梁作为桥梁通行荷载的承重构件较为普遍。那么,怎样才能制作生产出合格的“T”梁呢?这就要从影响“T”梁质量的主要控制指标入手,严格把控其指标参数并使其满足设计和规范要求,这样才能确保“T”梁质量,满足桥梁安全通行的需要。现本文就这些指标在“T”梁构件中所起

的作用、对“T”梁的影响以及如何控制好这些指标等问题进行逐个浅析如下:

1.1 混凝土强度指标的作用及影响

众所周知,混凝土强度指标是判断混凝土构件能否承受各种外部荷载的最为基本、最为重要、最为关键的参数之一,该指标将直接影响桥梁的承载能力、耐久性和稳定性。由于桥梁需要反复承受车辆荷载,因此在建设较大跨径桥梁工程中,均是采用高标号高强度混凝土作为浇筑桥梁“T”梁构件的基本材料,合格的高标号高强度混凝土其抗压性能、抗裂性能、耐高低温性能和耐腐蚀性能等一系列指标,都能满足“T”梁受力特性需求,有效提高“T”梁的抗压性能、抗疲劳性能和耐久性能,确保桥梁安全运营并延长桥梁的使用寿命。另外,高标号高强度混凝土原材料还便于就地取材,搅拌浇筑工艺简单,可塑性高,易于工人掌握和操作等优点,为此被广泛应用于“T”梁的浇筑中。但是,如果混凝土强度不满足“T”梁设计强度要求时,将会导致“T”梁在运营中的塑性变形超标,致使其表面将产生裂纹,受力集中部位出现混凝土破碎、剥落等质量病害等问题,严重时还会引发梁身开裂甚至是结构性破坏等事故,缩短“T”梁使用寿命,若不及时采取整治措施,将可能会导致桥梁轰然垮塌,发生严重安全事故,其后果不堪设想。

1.2 施加预应力的作用及影响

随着我国工业事业的不断增强,为进一步提升桥梁跨越能力,减少“T”梁钢筋用量,节省“T”梁造价,在确保梁体不降低其使用功能和正常使用年限的前提下,我国桥梁工程在梁体的生产中,引入钢绞线布置于梁体底部并对其施加一定的预应力,使钢绞线与梁体共同受力承载桥梁荷载。这一工艺应用,使梁体受力更加科学合理,结构更加优化,节约了建设材料,降低了建设成本,桥梁使用更加高效。

施加张拉应力的大小是梁体有效工作的关键,严格按照设计和规范要求施加的张拉预应力,有助于“T”梁承载并正常使用,若施加的张拉预应力过大(即超张拉),将会使梁体反拱度超出设计和规范值,可能导致梁体混凝土开裂甚至使钢绞线断裂,发生人员伤亡、梁体毁坏等安全事故;若施加的张拉预应力过小(即欠张拉),又将会使梁体反拱度达不到设计规范要求,梁体在承载中不能充分发挥其承载能力,丧失应有的功效。故施加“T”梁钢绞线预应力的作用,必须严格按照设计图和国家技术规范的规定予以科学计算,精细控制,谨慎施加,才能使“T”梁发挥其最大功效。

1.3 钢筋配置的作用及影响

“T”梁钢筋配置是“T”梁设计和施工的重要环节,合理的钢筋配置能增强梁体的结构强度和整体刚度,有效改善梁体受力性能、提高其整体性、增强其稳定性及抗震性能。使桥梁在运营中,能均匀有效分摊和分散车辆荷载,并将荷载传递给桥梁下部结构,延长桥梁使用周期,确保桥梁结构不易发生损坏。反之,若钢筋配置不当,将使梁体抗弯、抗剪能力不足,或者在使用过程中出现过度变形或开裂现象,甚至引发结构失效。特别是在高负荷、复杂受力环境下,会导致梁体受力不均,引发梁体裂缝或局部破坏,严重时会影响桥梁安全使用。比如钢筋配置过多会增加施工制作难度,浪费建设成本;钢筋配置过少会降低梁体承载力,引发质量安全事故;再如钢筋锚固长度不足,使钢筋与混凝土结合不紧密,使混凝土局部单独承力引发其破损、脱落或滑移;弯折角度不当会使钢筋失去应有的承载力,降低构件抵抗性能。因此,科学合理的钢筋配置,不仅能有效提升“T”梁的结构安全性,还能提高桥梁使用的耐久性能,延长使用寿命。

1.4 “T”梁制作养护的作用及影响

质量上乘的“T”梁离不开操作工人的细心制作和耐心养护。“T”梁的制作养护工作需涉及模板工、钢筋工、混凝土工、张拉工、质量检测工以及专职养护工等多工种相互配合、精诚协作才能完成,这些工序都紧密相连、环环相扣、缺一不可。只有各工种对每一道工序都精雕细琢,养护充足,才能确保“T”梁在梁体完整度、梁体强度和刚度还是梁体结构尺寸、梁体表面工艺等都完美无缺、无

可挑剔,才能确保“T”梁质量符合设计和国家规范要求,才能确保“T”梁质量安全稳定。

如果“T”梁制作工艺粗糙,养护不充分,各道工序操作不到位,将会给梁体带来一系列严重的质量问题,甚至使“T”梁报废。比如模板强度和刚度不足,将会使梁体混凝土浇筑时出现几何变形甚至暴模、脱模等情况,使梁体尺寸不符合设计要求,混凝土密实性差、强度低。模板表面不光滑或混凝土浇筑前未涂抹脱模剂,会使脱模困难,从而使混凝土表面工艺粗糙,出现蜂窝、麻面、残边、缺角等质量缺陷;又如梁体钢筋间距不严格按照设计要求绑扎,或在安装绑扎时不注意控制钢筋保护层厚度,使梁体承载时产生受力不均,抗弯抗剪能力不足,梁体表面露筋等质量缺陷,降低“T”梁承载能力和耐久性功能;再如梁体混凝土浇筑振捣不充分不到位,会使混凝土出现空洞、蜂窝、麻面、混凝土密实度差等质量问题,如果浇筑振捣过度又会使混凝土产生离析,同样影响“T”梁质量等;还如混凝土养护不充分不到位,将会降低混凝土强度,情况严重时会导致梁体开裂等质量问题。

2 “T”梁质量主要技术指标的控制

针对以上各主要技术指标对“T”梁所起的作用和质量的影响,使我们认识到这些指标对“T”梁质量的重要性,以下我们就如何控制好这些重要指标和参数作简要浅析。

2.1 混凝土强度的控制

由于桥梁“T”梁构件是采用高强度混凝土浇筑制作而成,这种高强度混凝土具有凝结时间短、水化热剧烈、散热量大、强度增长快等特点,因此在混凝土浇筑前需做好以下工作。

2.1.1 水泥选用

选用与混凝土强度相匹配且符合现行《通用硅酸盐水泥》(GB 175)规定的水泥,水泥品种和强度等级应通过混凝土配合比试验选定,其特性应不会对混凝土的强度、耐久性和工作性能产生不利影响,当混凝土采用碱活性集料时,宜选用含碱量不大于0.6%的低碱性水泥。

2.1.2 细集料选用

采用级配良好、质地坚硬、颗粒洁净、细度模数在3.7~2.3的天然河砂,当河砂不易采到时,可采用符合技术指标规定的其他天然砂或机制砂,但是细集料不得采用海砂。

2.1.3 粗集料选用

粗集料应选用岩石强度高、含泥量小于3%、连续级配、针片状含量小、吸水力低的碎石。对于高强度混凝土而言,还需对粗集料进行岩石抗压强度检验,其检验值与混凝土强度等级之比对于C60及以上混凝土应不小于2,对于其他强度等级混凝土,其比值不应小于1.5。粗集料的颗粒级配宜采用连续级配且需符合规范要求。粗集料最大粒径不得超过钢筋净距的3/4,在钢筋结构比较复杂

情况下，其最大粒径不得超过钢筋净距的 1/2 且不超过 75mm。混凝土应避免使用具有碱活性反应的粗集料，必须采用时应进行试验合格且采取抑制措施处理。粗集料在生产、运输和储存过程中，不得混入对混凝土有影响的有害杂质。进入工地应按其品种、规格有序堆放。

2.1.4 混凝土搅拌用水选用

采用符合国家标准的生活饮用水，当采用其他水源或水质有疑问时应应对水质进行检验，其检验的各项指标参数应符合规范要求，水中不得含有油脂、泡沫等污染物，且要求水质清澈无异味，不得使用海水进行拌制混凝土和养护混凝土。

2.1.5 外加剂选用

为改善高标号高强度混凝土的某些性能特性，以更有利于混凝土浇筑，在日常的“T”梁混凝土浇筑中，常常使用外加剂与混凝土一起进行拌合浇筑，合格的外加剂具有良好的相容性。所以使用的外加剂时，应经具备相关资质的检测机构检验并附有检验合格证明的产品，其质量应符合现行《混凝土外加剂》(GB 8076)的规定，且在使用前应按现行标准规定进行复检，待结果满足要求后方可使用。外加剂的品种和掺量应通过试验确定。

2.1.6 混凝土配合比的确定

混凝土配合比是关系到混凝土强度的一项十分关键的指标，它决定着混凝土的强度等级、耐久性、抗裂性等重要性能，因此，对于混凝土配合比特别是高标号高强度等级的配合比，在试配时应采用施工时使用的原材料，根据工程项目的施工技术条件，并提高一个强度等级进行科学计算试配确定。混凝土拌制前应将试配确定的理论配合比换算成施工配合比并经批准后才能使用。合理配合比能够确保水泥、砂、石子和水的比例协调，从而使混凝土形成均匀致密结构，满足配制强度、力学性能和耐久性能的设计要求，提高梁体的抗压抗弯能力。在拌制混凝土过程中，为利于施工需要，需改善混凝土拌合物某方面的性能，为此在混凝土拌制过程中需添加适量的外加剂，所添加的外加剂应符合规范要求外，还需满足下列规定：一是外加剂用量应科学计算确定；二是在混凝土中，不准掺用含氯离子的氯盐；三是减水剂宜采用聚羧酸类减水剂；四是混凝土中各种氯离子总含量不得大于胶凝材料总质量的 0.02%；五是从各种组成材料引入的氯离子总含量（折合氯盐含量）不得超过 0.06%；六是掺入引气剂的混凝土，其含气量按不同环境类别和作用等级确定。同时还应对混凝土中含碱总量控制在每立方混凝土一般桥梁小于 3kg，特殊重要桥梁小于 2.1kg，当混凝土位于侵蚀环境时，严禁使用碱活性反应集料。

2.1.7 混凝土的拌制与运输

拌制混凝土时，其配料采用标定合格的自动计量装置进行计量配料，确保原材料计量精确，各种固体原材料应

按质量进行计量投料，搅拌水和液体外加剂按体积计量投料，原材料配料数量的允许偏差：水泥、干燥状态的掺合料采取现场拌制时不得超过 ± 2 ，采取预制场或集中搅拌站拌制时不得超过 ± 1 ；粗细集料采取现场拌制时不得超过 ± 3 ，采取预制场或集中搅拌站拌制时不得超过 ± 2 ；搅拌用水、外加剂采取现场拌制时不得超过 ± 2 ，采取预制场或集中搅拌站拌制时不得超过 ± 1 。混凝土采用机械拌制的最短搅拌时间应根据混凝土搅拌技术要求经试验确定，并搅拌至混凝土质地均匀、颜色一致、没有离析、泌水现象。对施工现场混凝土搅拌完毕后应检测拌合物各项性能指标：一是混凝土坍落度及损失，坍落度可在搅拌地点取样检测；二是拌合物的工作性能、泌水率、含气量等指标进行检测。

混凝土的运输应与混凝土的浇筑、凝结速度匹配，使混凝土运至浇筑现场时仍能具有其均匀性和适宜的坍落度且使浇筑工作不间断。当使用商品混凝土时，其运输应采用专用的搅拌运输车或泵送方式输送，对于严寒或炎热天气情况，搅拌运输车的搅拌罐和泵送管道应采取保温或隔热措施；采用其他方式运输时其运输的距离不得超过 100m，且不得使混凝土产生离析现象。使用专用的搅拌运输车运输时，在运输的路途中，搅拌运输车的搅拌罐应保持 2~4r/min 的转速慢速搅动，运至卸料地点后，在卸料前搅拌运输车应使用快挡旋转搅拌罐不少于 20s。当运至浇筑地点的混凝土发生离析、泌水或坍落度不符合要求等现象时，应当使用运输车搅拌罐及时进行第二次搅拌，在第二次搅拌的过程中不宜加水，当确实有必要必须加水时，在保持其水胶比不变的情况下可同时添加水、相应的胶凝材料和外加剂；当第二次搅拌后仍然存在离析、泌水等不良情况时，则此混凝土作报废处理。混凝土使用泵送运送时应符合以下规定：一是输送泵能正常连续工作，泵送过程中的中断时间不得超过 15min。泵送中料斗内应具有数量的混凝土，以防空气进入产生阻塞；二是要求输送管做到顺直、转弯圆缓、接头不能漏气；三是向低洼地方泵送时要采取必要的措施，防止混凝土产生离析、堵塞输送管。

2.2 预应力的控制

对梁体钢绞线施加预应力，是“T”梁承载能力最为关键的指标之一，因此在制作梁体工作中，尤其要特别重视并做好梁体预应力施加的每一个环节每一道工序。施加梁体预应力首先要对采购的钢绞线、波纹管、锚具、夹具、锚垫板、连接器等预应力组件产品的质量严格控制；其次是对这些组件的安装就位精度进行控制；再次就是对施加预应力的先后顺序和施加预应力大小以及预应力的锚定进行严格把控，最后就是对预应力管道灌浆质量进行控制。

2.2.1 钢绞线和波纹管

应在生产规模较大的正规厂家采购，采购的钢绞线和

波纹管应符合现行《预应力混凝土用钢绞线》(GB/T 5224)和《预应力混凝土用金属波纹管》(JG 225)的规定,且要求厂家出具合格证、力学性能试验报告以及质量保证书等书面资料。钢绞线进场时应分批检验,每批次样品不得超过 60t,检验时从中任取 3 盘,从每盘端部取样开展外观质量、直径大小和力学性能试验。当少于 3 盘时,应逐盘取样试验。试验结果只要有不合格指标时,则该不合格盘钢绞线作报废处理,又另外从该批次还没有取样试验过的钢绞线中,取 2 倍数量试样进行复验,如仍然有一项指标不符,则该批钢绞线为不合格产品不得使用。

管道进场后应按批量分型号、类别、规格、外观、数量、尺寸及集中荷载下的刚度、抗渗漏及抗弯曲渗漏等指标进行检验。金属波纹管每批不超过 5000m,塑料波纹管每批不超过 10000m,检测时当有一项指标不合格,应取双倍数量的试件进行复检,复检仍不合格则该批产品鉴定为不合格,不得使用。

2.2.2 张拉设备组件

锚具、夹具及连接器等张拉组件应严格按照要求采购,其性能和质量应符合现行《预应力筋用锚具、夹具和连接器》(GB/T 14370)的规定。张拉组件进场时应对其外观、尺寸、硬度以及静载锚固性能等指标进行检测。锚具应具有分级张拉、补张和放松的功能,对具有锚固多根预应力筋的锚具,需应具有整束张拉的功能又具有单根张拉的性能,针对夹片式锚具应有防松功能,所有锚具锚口的摩擦损失率不得大于 6%。夹具应有自锚、松锚和多次使用的性能,主要锚件应有防锈性,重复使不得少于 300 次。在梁体内的永久性预应力筋连接器应符合锚具功能要求。锚垫板应有足够的强度和刚度且应具有对中止口、压浆孔或排气孔,压浆孔内径不得小于 20mm。张拉组件在存放、搬运及使用过程中应妥善防护,避免锈蚀、沾污、损伤、混淆和散失。

2.2.3 张拉机具设备和仪表

施加张拉力最好使用穿心式双作用类型的千斤顶,当梁体需要整体张拉或放松时,最好使用带有自锚功能的千斤顶,使用的机具张拉力至少应为设计张拉力的 1.5 倍,同时不得小于 1.2 倍,配套使用的压力表最好选用防振型产品,压力表刻度的最大读数应为张拉力的 1.5~2 倍,并且要求压力表的标定精度不得低于 1.0 级。上述张拉设备使用前应经国家授权的相关技术机构进行校正、检验和标定后,测量的数据结果才具有法定效力。当上述设备使用 6 个月及以上,或者张拉工作次数超过 300 次,或者工作时出现异常,或者机具设备检修,或者发生配件更换等情况时应重新送国家授权的相关技术机构进行校正、检验和标定。

2.2.4 预应力的施加

施加预应力前应做好以下准备工作:一是应具备经监理工程师批准的详细张拉方案和张拉作业指导书;二是经

具有相关资质机构培训合格的张拉操作人员;三是具有能保证安全的防护措施;四是张拉组件设备安装正确;五是梁体自身已达到设计要求的弹性模量和张拉强度。在张拉时工具锚与工作锚之间的每根预应力筋不得有错位、扭转等不良情况,同时千斤顶、预应力筋和锚具三者的中心线应在同一抽线上。张拉先后顺序和张拉应力控制应严格按照设计进行操作,当预应力张拉采用应力控制法时应对应预应力筋的实际伸长量进行校核,并且其实际伸长量与理论伸长量的偏差应控制在 $\pm 6\%$ 以内,如果实际伸长量超出偏差控制值范围时应暂停张拉,待查明偏差的具体原因并采取相应调整措施后方可继续操作。预应力张拉开始时,应先将张拉力调整到张拉控制应力 10%~25%的初应力,同时预应力筋的伸长量从调整后的初应力时开始量测,而张拉应力控制精度宜为 $\pm 1.5\%$ 。预应力施加完成后,预应力筋应在张拉应力处于稳定状态下进行锚固,预应力筋锚固后的实际张拉力与设计张拉应力的大小不得超过 $\pm 5\%$,且同断面的有效预应力均匀度不得超过 $\pm 2\%$ 。

当整套张拉工作完成后不得大力敲击或振动锚具,当放松预应力筋时,若使用的是夹片式锚具时,则应用专门的放松装置进行放松;若使用的是支撑式锚具时,则应用张拉设备进行放松,同时应采取有效的安全防护措施。针对梁体预应力筋张拉作业,最好用信息化数据处理系统对各张拉参数进行采集,并做好施工记录。

2.3 钢筋配置的控制

“T”梁钢筋的配置,首先应从钢筋采购源头抓起。桥梁工程中采用的各种型号普通钢筋应符合设计用钢筋要求以及现行的《钢筋混凝土用钢筋第 1、2 部分热轧光圆钢筋、热轧带肋钢筋》(GB/T 1499.1; GB/T 1499.2),以及《钢筋混凝土用余热处理钢筋》(GB13014)、《冷轧带肋钢筋》(GB/T13788)等规范规定。

2.3.1 钢筋采购

桥梁工程所用各型号钢筋应尽量采用正规厂家生产的产品,在采购时要求厂家具有产品的合格证书、质量证明书、试验检测报告单原始资料。钢筋进场时,应邀请监理单位的相关监理人员一起,共同检查其钢筋的原始资料、钢筋外观质量和相关标志并做好台账登记记录,同时还应按照技术规范规定按一定频率取样送实验室,依据不同钢种、牌号、规格、等级及钢筋的力学性能等指标参数进行详细试验检测,待各种检测指标都合格后才能投入使用。

2.3.2 钢筋运输及存放

钢筋在运输路途中应采取相应的保护措施对其保护,避免锈蚀、污染或被压弯变形等不良情况的发生;钢筋运入工地后,应按照不同的品种、规格分批次、分类别有序摆放存储,同时应分别对各品种、各规格、各批次、各类别的钢筋设立醒目并易于识别的标志标牌。钢筋在工地存

储时应放置于垫木或台座之上，不得直接堆放于地面，不得混杂存放，存放期限不得超过 180d；钢筋存储地应设防排水等设施，顶部应用合适的薄膜、油毡等材料覆盖，防止雨水侵蚀而使钢筋产生锈蚀。

2.3.3 钢筋加工

钢筋加工最好采用数控化机械设备在专用厂房中集中下料加工，加工的形状、尺寸应严格按照设计尺寸并结合混凝土保护层厚度下料制作，钢筋加工允许偏差应符合规范要求，加工成型的钢筋成品表面不应有削弱钢筋截面积的伤痕等缺陷。

2.3.4 钢筋连接

“T”梁受拉主筋一般采用机械连接接头，而其余钢筋因梁体钢筋结构较为复杂而一般采用绑扎连接。受力钢筋的接头应错开内力较大区域并交错布置；对焊接和机械接头，同根钢筋不得出现两个接头；对绑扎接头的钢筋，接头之间的间距不得小于 1.3 倍钢筋搭接长度。当钢筋采用焊接接头时，接头长度若采用双面焊时不得小于 5d（d 为钢筋直径），若采用单面焊时不得小于 10d，同时接头不得位于构件最大弯矩部位。当受力钢筋采用机械连接时，连接接头的材料、制作和安装以及质量检验和验收，均应符合现行《钢筋机械连接用套筒》（JG/T 163）和《钢筋机械连接技术规程》（JGJ 107）的规定；机械连接处的混凝土保护层厚度应符合混凝土受力主筋设计保护层厚度且不得小于 20mm，连接件与连接件之间、连接件与钢筋之间的横向净间距不得小于 25mm。

2.3.5 钢筋绑扎与安装

“T”梁钢筋绑扎宜采用 0.7~2.0mm 铁丝扎牢，必要时可采用点焊焊牢，针对直径 25mm 及以上钢筋，宜采取双对角线的十字形方式绑扎。对于结构或构件拐角处的钢筋应全扎，中间平直部分可交错绑扎，但是绑扎交叉点应不少于全部交叉点 40% 以上。在绑扎中应注意箍筋应与主筋垂直，绑扎钢筋的铁丝丝头不得进入混凝土保护层。

安装钢筋时其钢筋的级别、直径、根数、间距应符合设计，对多层多排钢筋应在其间隔处设立架立钢筋或者支撑钢筋，但该钢筋端头不得占用混凝土保护层。当安装的钢筋过密，会对混凝土的浇筑产生影响时，应联系设计予以解决。为确保钢筋混凝土保护层厚度，在安装钢筋时，钢筋与模板之间应交错分散设置混凝土垫块进行塞垫，其数量每平方米不得少于 4 个，重要部位适当加密。钢筋混凝土垫块的密实性应满足技术要求，垫块自身强度不得低于结构混凝土强度，垫块厚度的正误差不得大于 1mm，但不得产生负误差。

2.4 “T”梁制作养护

2.4.1 混凝土梁体浇筑制作

首先应结合实情编制出合理的混凝土浇筑方案，并确定浇筑顺序、浇筑工具、防裂措施、保护层厚度控制等措

施报监理工程师审查同意；同时对“T”梁混凝土基座或者现浇时所需支架、模板、钢筋和预埋件等进行检查；对模板内的杂物、积水等进行清理；检查并堵塞模板缝隙孔洞以防漏浆；对混凝土的和易性、均匀性、坍落度等指标进行检测。倾卸混凝土时防止产生离析现象，当倾卸落差不得超过 2m 时，可采取直接倾卸混凝土；当倾卸落差超过 2m 及以上时，则应设置串通、溜管（槽）等设施倾卸混凝土；浇筑混凝土时，应按一定顺序方向分层浇筑，注意应尽量赶在下层砼初凝时间前浇筑完成上层混凝土的浇筑，当采用流水法同时对上下层砼进行浇筑时，其上、下层砼浇筑之间的间距应相隔 1.5m 以上，在倾斜面上浇筑砼时，首先从低处开始浇筑，然后再逐层扩展抬高，每一层保持水平分层浇筑。当混凝土使用插入式振动器捣实时，振动器每一棒振动移位的间距距离不得大于振动器作用功能半径的 1.5 倍，当振动器靠近侧模振捣浇筑混凝土时，其振动棒距离侧模的距离应保持在 50~100mm 之间，振动棒插入混凝土振捣的深度一般宜为 50~100mm；当砼捣实是采用附着式振动器时，附着式振动位置点之间的距离布置，应根据振动机具的性能和砼结构形状经试验确定。每一棒或每一次砼振捣时间宜为 20~30s，振捣时以砼不再下沉、出现的气泡量极少、表面出现浮浆时的状态为宜。梁体混凝土浇筑工作应连续并直至浇筑完成一片梁体，中途原则上不得中断，因特殊情况需要中断时，其中断的时间间歇不得迟于前层砼的初凝时间。同时混凝土的制作总时间应符合规范规定。在较为干燥、风速较快的特殊条件下浇筑时，就需要采取必要的措施防止失水而导致砼开裂。在浇筑期间应随时做好相关巡检工作并详细记录好施工制作情况。当砼强度未达到 2.5MPa 以前时，其梁体不得承受荷载。

2.4.2 混凝土梁体养护

梁体养护应根据各种实际情况并结合砼的性能等因素编制好具体的养护方案报监理工程师审查同意后严格实施。砼浇筑收浆后尽快采取措施进行覆盖，并洒水保持湿度开展养护工作。特别是对高强度和高性能混凝土，要高度重视并加强初始期的保湿养护作业，当条件许可时，可立即在浇筑完成的混凝土表面上方加设棚罩，待砼收浆后立即予以覆盖洒水养护。如果梁体模板（木模）未拆除时，应保持模板湿润，拆除模板后仍应对混凝土进行覆盖洒水养护直至达到养护期限；尤其在低温、干燥或大风的情况下拆除模板时，应立即采取覆盖、保温等措施，防止砼失水开裂。混凝土养护用水严禁使用海水，混凝土洒水保湿养护时间应不少于 7 天，对于结构混凝土应酌情延长养护时间，并使砼表面始终保持湿润状态，当气温低于 5℃ 时不得使用冷水养护。

3 结束语

“T”梁质量的好坏，对桥梁整体性能和使用功能具

有十分重要的决定作用。要想“T”梁质量过硬，就必须从梁体的每一道工序、每一个指标参数等细节入手并对其控制，使之符合设计和规范的要求，只有这样才能确保生产出合格的“T”梁产品，才能保障桥梁的安全使用，才能对得起人民赋予我们每一个交通建设者的信任。

[参考文献]

[1]柴军锋.桥梁工程施工中预制 T 形梁施工技术分析[J].

四川建材,2023,49(9):191-193.

[2]戴穗锋.论桥梁工程施工中的预制 T 形梁施工技术[J].建筑技术开发,2021,48(1):45-46.

作者简介：杨建（1969.4—），毕业院校：国家开放大学，专业：土木工程，当前就职单位：重庆市石柱土家族自治县农村公路养护管理站，职务：干部，职称级别：副高级工程师（五级）。