

关于“现浇后张预应力箱梁结构工法”的初探岩土工程师考试 PDF 转换可能丢失图片或格式，建议阅读原文

[https://www.100test.com/kao\\_ti2020/644/2021\\_2022\\_\\_E5\\_85\\_B3\\_E4\\_BA\\_8E\\_E2\\_80\\_9C\\_E7\\_c63\\_644173.htm](https://www.100test.com/kao_ti2020/644/2021_2022__E5_85_B3_E4_BA_8E_E2_80_9C_E7_c63_644173.htm)

摘要：通过建立“现浇后张预应力箱梁结构工法”的实戒，对此工法的构成、特点、适用范围、工艺流程、操作要点进行了较为详细的论述。

1 . 前言 目前我国无论是公路、铁路还是城市立交桥梁，多采用“后张预应力箱梁结构”，在设计，施工及验收质量标准方面，都积累了勿当宝贵的经验。近几年，建筑市场竞争激烈。相当一部分施工企业采用粗放经营，扩大外延的办法增加在施面积。这种方法使得企业的整体素质、管理水平很难提高。由于企业不替于技术积累和技术跟踪，很难形成具有本企业特色的综合配套技术。为此，建设部于1989年颁布了《施工企业实行工法制度的试行管理办法》。因而，我们应积极实施这一“办法”，以提高企业的整体技术素质和技术管理水平。

2 . 工法的含义 工法一词来自日本，日本国语大辞典）将工法释为工艺方法和工程方法。日本建设者的官员、科技界和工程界人士普遍认为工法是一种泛指，其词义并不严格。近几年，我画工程技术人员在总结比较综合性的施工经验时感到，用“工艺标准”、“操作规程”的方式难以表达，照规范、规程太原则又不能满足需要，故在建设部颁发的《施工企业实行工法制度的试行管理办法》中，对工法赋予了严格科学的定义，这就是“以工程为对象，工艺为核心，运用系统工程原理，把先进的技术和科学管理结合起来，经工程实践形成的综合配套的施工方法。”从这个定义出发工法有以下几个特征：（1）工法的主要服务对象

是建设工程。(2)工法既不是单纯的施工技术,也不是单项技术,而是技术与管理的结合。(3)工法是用系统工程的管理和方法总结出来的施工经验,具有较强的系统性、科学性和实用性。(4)工法的核心是工艺技术,(5)工法是企业标准的重要组成部分,是施工经验的总结,是宝贵的技术财富并为管理人员服务,概括起来说:工法是施工过程中理论与实践的完美结合,并将其系统的用文字表达出来。3

“后张预应力箱梁结构工法”的构成 采集者退散根据目前国内施工工艺及技术水平,该法由四部分构成:(1)模板成型,(2)结构钢筋绑扎及预应力孔道布置,(3)混凝土的浇筑;(4)预应力的施加,4

建立工法时解决的问题 工法是理论与实践结合的产物,因而建立工法时必须将实践过程中遇到的问题采取措施加以解决,从而保证工程能顺利实施,才是一部完整的工法。4.1 横板成型中应解决的问题

4.1.1 模板的防锈 模板锈蚀或表面粗糙直接影响到砼的外观,在城市立交、机场或繁华地带,外观是十分重要的使用性能之一。一些较为先进的国家对此都十分重视。如法国巴黎国际机场,采用混凝土本色做为装饰,既节约了装饰的巨额费用又美观大方。因而是工程中不可忽视的一个重要环节。

一般采用钢模板,将模板除锈后即可直接使用,而在重点部位有较大影响的工程中,应对模板进行静电喷涂处理。在实际工程中,我们发现传统的涂脱模剂、涂油或涂漆工艺均不能满足要求。只有在少数无雨、无风、无土的地区方才适用。而涂漆工艺更不可取,一旦脱落反而贴在混凝土上,更加影响外观。在一些湿度小、温差小的地区,也可采用铅框非金属材料或木模饰面。其工程效果也比较理想。4.1.2 夸

桥、斜桥、变截面桥的模板成型在弯桥，斜桥、变截面桥模板成型中，首先遇到的问题就是如何保证结构的几何形状。在弯桥工程中，屏形钢模板不仅成本较高，而且利用率极低，一般一座桥梁使用过后，很难再次使用。故我们认为采用钢木结合的模板更具广泛的适用性。木模应装3~5mm，塑料饰面板以保证与钢模的致外观。在变截面梁施工中，可利用钢管的挠度来实现截面的变化，这已在多座桥梁中被证明为可能，并保证了整体线型的美观。

#### 4.1.3 内模的施工

目前内模般有三种常用的施工工艺，即钢模、木模及气囊，其中钢模，木模较为普遍，气囊只限于大批量生产时才被采用。在工程实践中我们发现木模做为内模具有最广泛的适用性和最低廉的价格。但必须采取相应的措施才能保证木材的回收率。用木模至少有两点优点：首先，对于内张拉的箱梁结构来讲，木模成型较容易，也更加容易固定内外模及锡具的连系：其次，如果用水泥袋或纤维布做内模外侧饰面，可以使木材回收率大大提高，并起到防止漏浆的作用，既降低了成本又保证了质量。

#### 4.2 结构钢筋绑扎与预应力孔道布置

施工中应解决的问题结构钢筋绑扎与预应力孔道布置是预应力箱梁结构施工的重要组成部分，直接关系到箱梁结构的质量。在后张预应力箱梁结构中，结构钢筋必须保证梁体能够承受预应力施加时所产生的荷载及预应力孔道，锚板的架立功能，而预应力孔道的成型质量则是能否按照设计施加预应力的基本保障。

##### 4.2.1 结构钢筋在绑扎过程中必须先解决钢筋的立位稳定性问题

在工程中可以先绑横梁、中隔梁钢筋，最后再绑扎梁腹结构钢筋。这样可以增加稳定性，但在穿波纹管时仍要对钢筋进行加固。如果不采取措施，会发生波纹管

位置不准，结构钢筋倾斜等问题。 4.2.2 预应力孔道成型的主要施工要求位置准确、线型圆顺、密闭性能好 解决好下届三个问题对能否满足以上要求十分重要。（1）施工前必须校验孔道坐标位置与曲线长度是否相符，否则常会发生孔道位置及锚区位置与断面不符的情况，造成孔道、模板的返工修改。（2）在设计中，一般锚区钢筋与结构钢筋分别承担各自功能。因而经常发生钢筋密集地段相互位置发生矛盾的现象。因此，施工中必须加以整理，排好位置，加处于隔梁处或结构钢筋直径较粗时，可通过设计进行精简，避免发生钢筋过密以至无法绑扎或混凝土无法浇筑的情况发生，一旦这种情况发生，极易造成锚区混凝土出现蜂窝，狗洞。降低了锚座的承压能力，直接影响预应力的施加。（3）在墩柱、隔梁处一般钢筋都比较密，必须对上述截面的钢筋与孔道位置进行排列。特别是有横向预应力时，一般位置都排不开。通过设计调整时，应以纵向线型为中。绑扎钢筋时也应特别注意绑扎顺序，避免钢筋绑扎成型后孔道无法就验或锚座预埋件无法放入。

#### 4.3 浇筑混凝土施工中应解决的问题

浇筑混凝土箱梁结构是环节多、最不易控制的一道工序。在施工中必须解决好施工组织、浇筑顺序、强度、坍落度控制、振捣及孔道保护等一系列问题才能保证浇筑质量以及上下工序的顺利完成。施工组织是根据浇筑量、浇筑方式、浇筑顺序等因素考虑的。由于混凝土一旦开始浇筑则必须连续完成，因此在施工中必须考虑到以下几个方面：（1）混凝土开盘前必须检查是否有满足此次浇筑量的、足够的原材料（即：水泥、石子、砂及水源）。同时必须有备用搅拌机械和电源。（2）必须有足以满足浇筑速度的运输工具，当运距过

远时，要有保证到场质量的外加剂，同时要有专项措施保证运输路线的畅通，当运输路线情况复杂时应考虑备用运输路线，（3）在混凝土浇筑施工中对混凝土自身质量设看两层质量控制是十分必要的，即混凝土出盘质量控制和现场入模前质量控制。（4）当混凝土浇筑高度大、采用泵车施工时，应有备用泵车或吊车和灰斗。（5）搅拌站与浇筑现场之间要有能迅速勾通信息的通信手段或交通工具，以便能及时调整混凝土质量或浇筑速度。（6）混凝土现场要有合理的照明布置，并有备用电源、备用振捣器械及熟练的模板工、钢筋工。（7）在考虑浇筑顺序与浇筑方式时应根据箱梁结构断面跨径、排架模板型式及浇筑速度进行选择。一般来讲，以排架模板不至偏压变形，混凝土浇筑接缝不超过2小时，能够分层及时振捣为原则。（8）混凝土浇筑前必须进行浇筑方案交底，特别是振捣人员要对振捣质量及孔道保护两方面负责。要划分清楚各个振捣人员的界限挂牌负责。（9）浇筑时应有专人负责预应力孔道及排气孔、预埋件的保护。在以往的工程中我们采用循环水拉球法，有效的防止了瞎孔。回时循环水也可以带走部分高标号水泥产生的水化热。（10）预应力箱梁混凝土标号一般都在C38以上，而箱梁腹板较窄，钢筋及孔道密集这就要求石子粒径要小，混凝土的坍落度和易性要好。因此对强度、坍落度、和易性的控制尤为重要。我们得出的经验是选择高标号水泥、高强度破碎石、石英砂并精心试配，选择适当的外加剂就可以有效的控制强度、坍解度及和易性，其中，现场外加剂二次掺加技术尤为重要。

#### 4.4 施加预应力施工中应解决的问题

预应力施加是后张预应力箱梁结构质量的最终体现。预应力的施加效果是

由孔道位置线型、预应力筋的力学性能、张拉控制程序、锚具质量精度等多方面因素构成。但其将归结为预应力施加量与预应力损失两部分。这两者之差也就是预应力的施加效果。在预应力施加过程中经常遇到的只有3个问题：断丝、滑丝、预应力损失，解决好这3个问题也就保证了预应力的施加效果。

#### 4.4.1 断丝

(1) 造成断丝的原因：

- a. 预应力筋力学性能不合格。
- b. 锚板喇叭筒、锚板、锚环及千斤顶不同心，造成偏拉，受力不均。
- c. 锚垫板的选用也是原因之一。目前采用的锚垫板有钢制与铸钢制两种。钢制垫板喇叭筒较细、较长，端部也比较锋利，稍有连接不顺，张拉时就可能造成对预应力筋的伤害。而铸钢制垫板喇叭筒较短粗，端部与孔道用内插式连接。故应尽量选用后者。
- d. 采用高强钢丝做为预应力筋时，锚具夹片硬度不能太高，齿高也不能过大：这样稍有偏控就造成刻痕过深，容易发生断丝。

(2) 防止断丝的措施：

- a. 严格材料力学性能试验。强度相同，延伸率差异较大的两批材料不能同束使用。
- b. 在施工中应考虑锚垫板喇叭筒与波纹管的连接。安装千斤顶应做到安正与垫板方向垂。

(3) 断丝处理：

- a. 双张钢束时可先用卸锚器松锚，然后移动钢束，用单孔小顶进行张拉，这样就缩短了千斤顶占用长度。
- b. 当预应力束较短时，也可以用单张代替双张的办法加以解决。
- c. 当本身就是单张的钢束发生断丝时，一般采用超张拉的办法加以解决，超张时可采用全断面超张或同束号超张的办法。因为一般设计都未用足 $0.75R_{b\ v}$ 只用到0.7左右，超张时应根据断丝数量计算超张值。计算时应以规范控制应力误差下限为准。

#### 4.4.2 滑丝

(1) 造成滑丝的原因：

- a. 锚环、夹片硬度不够或夹片齿过浅。
- b. 钢束、夹片清理不彻

底、有油、锈或杂物张拉时存在于夹片与钢束之间或夹片与锚环之间。c.当锚环孔坡度过小、过大时都可能发生滑丝。安装夹片顶面不齐也能造成滑丝。d.千斤顶张拉时回油过快也可能发生滑丝现象。拆卸工具锚时剧烈震动也可能造成滑丝。

(2)防止滑丝的措施：a.张拉前对钢束锚固部分、锚环、夹片进行彻底清理，安装夹片时要保证外露部分相同，顶面平齐。b.根据所采用的钢束种类选择锚具。当用高强钢丝时宜采用XM型锚具，因该锚具夹片有偏转角，锚固方向为 $360^{\circ}$ 无间隙。当采用钢绞线时则OVM型锚具较为适宜。

(3)滑丝的处理：滑丝处理一般采用单孔补张，补张不成功时可用叠加锚环法处理。

#### 4.4.3 预应力损失在预应力的6种损失中，混凝土干缩损失、徐变损失两种不易控制。但其损失值与其它4种相比也较小。因此，要想减小预应力损失应在其它4种损失上想办法。

(1)孔道摩阻损失。孔道摩阻的损失值较大，实践证明，孔道布设对铺设轨道筋，加密架立筋，在张拉锚固前先不上夹片，反复单张拉数次都可以有效的降低孔道摩阻系数。

(2)锚具回缩损失。减小锚具回缩损失可以从两方面入手。一是选用机械锚固的锚具及张拉机具。二是当采用自锚体系时，适当减小锚环与限位板之间的间距，但调整时必须注意不能调整过大，否则锚具回缩损失虽然减小，但锚口损失增加，得不偿失。

(3)混凝土压缩损失。减小混凝土压缩损失可在不影响结构受力状态的前提下，通过调整张拉顺序予以减小，一般原则是先长后短、对称施压，一次完成。

(4)松弛损失。减小松弛损失的办法，除采用高强低松弛钢绞线外，唯一的办法是及时饱满的灌浆并全水泥浆迅速达到设计强度。

## 5. “后张预应力箱梁结构

工法” “后张预应力箱梁结构工法”的研究始于1987年北京安慧立交桥工程，后经西厢菜户营立交工程、紫竹立交桥工程，首都机场候机楼栈桥平台工程、四元立交桥工程的不断总结完善，而形成工法。在工法的形成过程中，逐步采用了高强混凝土、高强低松弛钢绞线及符合FTP标准的群锚体系等系列新工艺、新技术因而在一定程度上代表了目前国内后张预应力箱梁结构施工的先进水平。

### 5.1 特点

后张预应力箱梁结构工法包括模板成型钢筋绑扎与预应力孔道布置、混凝土浇筑、预应力施加四部分组成的一套完整工法。由于后张预应力箱梁结构具有跨度大、施工方法灵活、结构刚度大、抗震能力强，行车舒适、外形美观等系列优点而被广泛采用。近年来由于不断的采用新技术、新工艺、新材料，从而使上述优点更为突出，采用本工法不仅可以杜绝箱梁结构的一般质量通病，而且可以在短期内修建大面积箱梁结构。在紫竹立交桥工程中只用36天浇筑、张拉完成11000m<sup>2</sup>后张预应力变截面箱梁结构。因此，本工法的基本特点是优质高速。

### 5.2 适用范围

本工法是在弯桥、斜桥、变截面桥及单箱单室、单箱三室、单箱九室等不同结构型式的基础上总结而成的。因而具有较强的通用性。同时工法构成时将排架、支架部分剔除，使本工法可以与顶推法、悬浇法，分段拼装法、转体法等不同的施工方法进行衔接，从而使本工法的适用范围更广泛。此外，对体外预应力箱梁结构、无粘结预应力箱梁架结构、也有重要的参考价值。

### 5.3 工艺流程

### 5.4 操作要点

#### 5.4.1 模板成型操作要点

(1)模板成型前必须对模板底面高程与支座高程、变截面线型坐标与预应力孔道坐标进行校核，并将模板成型的特征点和控制点绘编成册。(2



)当采用钢木结合的模板形式时,对结合部位要有联接措施。板而以钢模标准为依据。(3)箱梁结构一次浇筑成厢时,内模底部开口不要过大。同时要留有排气孔,振捣孔及封孔模板。(4)外侧模板与内箱模用螺栓形式连接对应注意其位看必须与孔道位置错开,这一点在模板设计时就应加以考虑到。当外观要求不能设置螺栓时,盅利用侧面支架与排架赖体施工法加以解决。(5)采用卡拆法分段制做箱梁对,其卡板在孔道处应留孔较大,然后用海绵或其它柔软房品封堵。(6)当设计为箱内张时,其锚座模板应与内模一体,安装时要特别注意锚垫板方向能否满足张拉要求,并检查箱内锚区前施加张拉必备的空间:如预留空间不能保证张拉机具的需要时,必须调整相应位置确促张拉工序的顺利实施。(7)内箱模设计时要有拆模考虑,最好有脱模措施,以增加内模板回收利用率。(8)当结构有外艰要求成工程量较大时,最好采用极板静电喷涂处理,可以达到既美观又经济的效果

#### 5.4.2 结构钢筋与预应力孔道布置操作要点

(1)检有图纸结构钢筋,特别是横梁、隔梁、锚区等钢筋较密部位是否与孔道位置有所矛盾。调整对应以孔道位置为主,

(2)核验孔道、锚区、横、隔梁等间隙较小的部位,看能否满足混凝土浇筑要求。加不满足,应与设计方面协商解决。

(3)结构钢筋绑扎时要特别注意操作安装顺序。结构钢筋未成型时要有加固措施以保证位置准确,并能承受布束时的外力荷载。这一点在采用先穿束工艺时尤为重要。(4)孔道布置施工中,必须设置架立筋,轨道筋以降低摩阻损失。一般架立筋间距以75cm为宜,轨道筋视具体情况设置单轨或双轨钢筋。

#### 5.4.3 浇筑混凝土操作要点

(1)在浇筑方法与浇

筑顺序的选择中应遵循以下原则：一般单箱单室结构应尽量次浇筑成型。多室结构以两次浇筑成型较为适合，采用二次浇筑成形时，接茬部位应选在翼板下腋角处为宜。（2）搅拌机、振捣器械、电源、灌注机械运输工具都应留有备用以保证浇筑的连续性。（3）混凝土质量必须设置双控系统。即搅拌机出盘质量控制与现场入模前的质量控制。现场与搅拌站要有畅通的通讯手段，以便随时调整浇筑速度及混凝土质量。（4）砼浇筑前必须认真制定浇筑方案，并详细文底明确分工，各负其责。特别是振捣人员的振捣界限，挂牌负责。（5）浇筑时应有专人检查预应力孔道情况并负责及时修补，回时设专人控胶皮球，注循环水以保证孔道畅通。

（6）高强混凝土的配制前必须对原材料的物理、力学性能进行严格试胎，配制对应掌握调配比的3d、7d、14d、28d的强度情况及外掺剂效果，坍落度损失等情况。全方位的满足工期、强度、浇筑性能才算合格的配比。

#### 5.4.4 施加预应力的操作要点

（1）张拉设备必须事先经过校验，并有校验报告结果。校验报告结果应注明顶号，表号给出顶力与油表的关系线。（2）张拉控制程序除特殊要求外，一般为 $0 \rightarrow 0.2 k \rightarrow 1.03 k$ （持荷5min）锚固。（3）伸长值计算公式（4）安装锚具及千斤顶时必须保证锚板、锚环、千斤顶均在一条直线上。在安装夹片时必须先检查钢绞线锚固部位及夹卡是否清洁，合格后方可安装，安装时必须使夹片外露部分平齐，开缝均匀。（5）当使用OVM型锚具时应注意限位板上有不同规格钢绞线的识别标志，以免用错，造成内缩量过大或增加锚口损失。（6）当钢束较长或曲线较多对应先不安装夹片从两端反复张拉数次，可有效的降低摩阻系数。（7）

切割多余钢束，一般应使用砂轮切割机。如确需加热切割时，应采取保护方法使夹片不至受热失锚。（8）张拉锚固后应及时压浆（一般应在48h内完成）水泥浆配制及压浆工艺按设计要求或现行规范执行。

## 5.5 主要材料及机具

### 5.5.1 混凝土

后张预应力箱梁混凝土标号一般不低于C38预应力混凝土用水泥，除设计有特殊要求外，宜采用不低于425号硅酸盐水泥、普通水泥或矿渣水泥。混凝土用砂石料除符合混凝土一般要求外，所用砂的容重不得低于1550kg/m<sup>3</sup>，所用粗骨料宜采用花岗岩破碎石或卵石，石料孔隙率不宜超过40%，为缩短施工工期，不仅要求混凝土强度高，而且要求有很高的早期强度。

### 5.5.2 预应力筋

### 5.5.3 模板

由于箱梁结构多用于桥梁工程，宜采用QM系列模板体系。

### 5.5.4 锚具

（1）群锚体系锚具 目前国内后张预应力箱梁结构广泛采用群锚工艺：其中柳州建筑机械总厂与中届建筑科学院结构所相继研制的OVM、XM、QM型锚具的锚固性能均已达到国际预应力混凝土协会的（FIP）标准。这三种锚具的构成形式均为多孔锚环与夹片构成。但其性能侧重各有不同，采用钢绞线张拉时以OVM型锚具最为方便可靠。采用高强碳素钢丝时则XM型锚具较为适宜。OVM型锚具是在QM型锚具基础上改进而成的。

（2）固定端锚具 固定端锚具也是后张预应力箱梁结构经常采用的型式，可与其它锚具配套使用。其产品类型主要有三种，即挤压锚、压花锚、墩头锚。OVM1153固定端P型锚固体系：自需要把后张力直接传至桥端时，可采用P型锚固体系。P型包括挤压套，锚板、螺旋筋、钢环、波纹管、排气管。挤压套与钢绞线采用专用的GYJ型挤压机挤压锚固。

（3）联接器 OVM 15 13联接器：有单根和多根二种形式。单

根作为接长钢绞线，多根作为接长预应力筋，通常用在连接梁中。

### 5.5.5 张拉机具 群锚体系张拉所需用的大吨位千斤顶

是一种大孔径穿心单作用千斤顶，其类型有YCD、YCQ、YCW型。YCD、YCW型主要适用于XM型QM型锚具系列；YCQ型主要适用于OVM型锚具系列。但这些千斤顶更换顶压器或增加撑脚后幸均可以通用。

### 5.6 质量标准

本工法应遵照执行《市政工程质量检验评定标准》桥梁DBT011282、《混凝土结构施工及验收规范》GB/T20492及《混凝土结构设计规范》GB/T1089。

### 5.7 劳动组织

后张预应力箱梁结构施工其劳动组织形式与数量主要取决于工程量与结构复杂程度。主要工种有：模板工、钢筋工、混凝土工、焊工及司泵。一般系统施工专业队在60~70人左右。在各工序中以混凝土浇筑的劳动组织最为复杂。

100Test 下载频道开通，各类考试题目直接下载。详细请访问 [www.100test.com](http://www.100test.com)