

关于发布《客运专线铁路 路基工程施工技术指南》等五项 铁路工程施工技术指南的通知

经规标准〔2005〕110号

为满足客运专线铁路建设需要，根据《铁路工程建设标准管理办法》(铁建设〔2004〕143号)和《关于印发〈2005年铁路工程建设标准编制计划〉的通知》(铁建设函〔2005〕84号)的要求，铁道部经济规划研究院组织完成了《客运专线铁路路基工程施工技术指南》(TZ212—2005)、《客运专线铁路轨道工程施工技术指南》(TZ211—2005)、《客运专线铁路桥涵工程施工技术指南》(TZ213—2005)、《客运专线铁路隧道工程施工技术指南》(TZ214—2005)、《铁路混凝土工程施工技术指南》(TZ210—2005)的编制工作，现予发布，自发布之日起在铁路工程建设中推荐使用。施工企业应发挥自己的技术和管理优势，在上述施工技术指南基础上，研究制定更具体和系统的高标准企业施工标准。

各单位在使用过程中应结合工程实践，认真总结经验，积累资料。如果发现需要修改和补充之处，请将意见或建议及时反馈给我院。

以上技术指南由铁道部经济规划研究院、中国铁道出版社出版发行。

铁道部经济规划研究院

二〇〇五年九月二十二日

前 言

本技术指南是根据铁道部《关于印发〈2005 年铁路工程建设标准编制计划〉的通知》(铁建设函〔2005〕84 号)的要求进行编制的。

本技术指南在编制过程中,认真总结我国铁路建设的经验和教训,学习和借鉴国际先进标准,以施工质量验收标准为依据,重点对施工过程中的工艺、方法、措施和质量控制目标作出了规定,反映了工程施工的新技术、新材料、新工艺、新方法,突出了客运专线铁路的技术特点。本技术指南是客运专线铁路工程施工的指导性技术文件。

根据铁道部《铁路工程建设标准管理办法》(铁建设〔2004〕143 号)关于铁路工程建设标准体系调整的要求,为鼓励技术创新,促进技术进步,指导施工企业根据自身技术、装备、管理水平和市场定位的需要制订技术要求更高、针对性更强、内容更为具体的企业标准,编制了本技术指南,今后铁道行业将不再发布新的施工规范。本技术指南严格按照标准编制程序组织编制,分别对编制大纲、征求意见稿、送审稿、报批稿组织路内外专家进行了审查。

本技术指南共分 14 章,主要内容包括:总则,施工准备,基础,墩台,桥位制梁,预应力混凝土箱梁预制,预制箱梁架设,预应力混凝土 T 梁预制及架设,结合梁,钢筋混凝土连续刚架、板式刚构连续梁,桥梁支座,桥面及附属结构,涵洞,环境保护等。

在执行本技术指南过程中,希望各单位结合工程实践,认真总结经验,积累资料。如发现需要修改和补充之处,请及时将意

见及有关资料寄交中国铁路工程总公司（北京西客站南广场中铁工程大厦，邮政编码：100055），并抄送铁道部经济规划研究院（北京市海淀区羊坊店路甲 8 号，邮政编码：100038），供今后修订时参考。

本技术指南主编单位：中国铁路工程总公司

本技术指南参编单位：中铁一局集团有限公司、中铁二局集团有限公司、中铁三局集团有限公司、中铁四局集团有限公司、中铁五局集团有限公司、中铁大桥局集团有限公司、中铁工程设计咨询集团有限公司、中铁建筑研究设计院。

本技术指南主要起草人：陈唯一、刘建廷、林荫岳、盛黎明、薛吉岗、韩军鹏、王树伟、田 松、陶振华、王兴铎、邓加华、刘承亮、苏应毕、虞慧鸣、赵德学、付国才、万为胜、刘中天、李裕和、张 瀚、朱炎新、李怒放、苏国明。

目 次

1	总 则	1
2	施工准备	2
2.1	施工调查和技术准备	2
2.2	主要施工机械设备的选择	5
2.3	辅助工程	6
3	基 础	7
3.1	明挖基础	7
3.2	桩 基 础	15
3.3	沉井基础	37
4	墩 台	42
4.1	墩 台 身	42
4.2	锥体填筑	43
4.3	桥台的排水及防护	43
5	桥位制梁	45
5.1	膺架浇筑	45
5.2	连续梁、连续刚构的悬臂浇筑	46
5.3	移动支架悬臂拼装	49
5.4	连续梁顶推	50
5.5	先简支后连续箱梁	53
5.6	移动模架造桥机制梁	55
5.7	移动支架造桥机制架梁	57
6	预应力混凝土箱梁预制	60
6.1	后张法预应力混凝土箱梁预制	60
6.2	先张法预应力混凝土箱梁预制	77

7	预制箱梁架设	80
7.1	一般规定	80
7.2	架桥机架设	81
7.3	落梁就位	82
8	预应力混凝土 T 梁预制及架设	83
8.1	T 梁预制	83
8.2	T 梁架设安装和横向联结	86
9	结合梁	88
9.1	一般规定	88
9.2	钢梁的工地检验	88
9.3	钢梁安装	90
9.4	混凝土桥面板	93
9.5	结合梁施工质量标准	94
10	钢筋混凝土连续刚架、板式刚构连续梁	96
10.1	连续刚架桥施工	96
10.2	板式刚构连续梁桥施工	98
11	桥梁支座	99
11.1	一般规定	99
11.2	橡胶支座的安装	99
11.3	支座安装质量标准	99
12	桥面及附属结构	101
12.1	有碴桥面	101
12.2	无碴桥面	102
12.3	桥面及附属结构质量标准	102
13	涵洞	103
13.1	一般规定	103
13.2	圆形涵洞	104
13.3	盖板涵	104
13.4	框架涵	105

13.5	渡槽、倒虹吸管·····	106
13.6	涵洞质量标准·····	107
14	环境保护·····	111
14.1	一般规定·····	111
14.2	防止水土污染和流失·····	111
14.3	防治空气和噪声污染·····	111
14.4	文物和景区保护·····	112
	本技术指南用词说明·····	113
	《客运专线铁路桥涵工程施工	
	技术指南》条文说明·····	114

1 总 则

1.0.1 为统一客运专线铁路桥涵工程施工技术要求，加强施工管理，保证工程质量，制定本技术指南。

1.0.2 本技术指南适用于旅客列车设计行车速度 200～350 km/h 标准轨距客运专线铁路桥涵工程施工。无砟轨道客运专线铁路桥涵工程施工，尚应符合无砟轨道客运专线铁路工程施工的有关规定。

1.0.3 客运专线桥涵工程施工应贯彻国民经济可持续发展战略和提高结构耐久性的原则，采取有效的措施加强环境保护和节约土地。要加强对农田水利、文物和风景区的保护，合理利用资源，并做到文明安全施工。

1.0.4 桥涵施工中，应积极推广采用新技术、新工艺、新装备、新材料、新检测方法。当采用未列入本技术指南的新技术、新工艺、新装备、新材料、新检测方法时，必须制订不低于本技术指南水平的质量标准 and 工艺要求，并经有关部门批准后方可执行。

1.0.5 桥涵施工中采用的大型机械、工程材料、试验和检测设备应符合国家现行标准，并具有合格证件，设备应有铭牌。

1.0.6 客运专线铁路跨线工程施工时，应与有关部门配合共同采取措施，减少施工与运输的相互干扰，确保行车安全。

1.0.7 桥涵工程施工除应符合本技术指南的要求外，尚应符合国家现行有关强制性标准的规定。

2 施 工 准 备

2.1 施工调查和技术准备

2.1.1 施工单位中标后，必须组织有关人员对设计文件进行全面核对和研究，并经设计单位进行设计交底，据以进行施工调查。

2.1.2 施工调查的依据：

- 1** 工程招标文件及补充规定；
- 2** 施工承发包合同文本；
- 3** 施工设计文件。

2.1.3 施工调查的主要内容包括：

1 跨越河流的最高洪水位、最低水位、常年水位及相应水位的流速，河道通航条件及标准，河流洪水期和枯水期，当地降雨、降雪量，冰冻期，风向和水速，全年的天气温度及气候状况。

2 桥梁附近地形地貌、河床地质构造、地下水位、当地最大的冻结深度、地震烈度等。

3 可供利用的山坡荒地、需要占用的耕地和拆迁的建筑物、施工期内对当地水利排灌和交通设施的影响。

4 当地劳力和生产物资供应、工业加工、通信设施和水陆交通运输、水源和电源等供应能力、砂石料源、可供利用的房屋数量、生活物资等供应情况。

5 当地有无地区性的病疫和卫生防疫状况、风俗习惯以及施工队伍应注意的事项等。

6 修建各项临时工程、施工机械运输组装场地、施工防排

水措施的资料。

7 桥梁所在的位置、地形、交通运输及跨线工程情况，并提出可行性施工方案（现场桥位制梁或预制后架设）。

8 采用现场桥位制梁时应调查地基承载力、排水条件、桥下通行和通航条件等。

9 当采用桥梁预制和运架施工方案时，尚应调查以下内容：

- 1) 施工便道、路基、桥梁墩台等有关运架梁的施工情况及施工资料。
- 2) 对运梁车及组装后的架桥机运行地段的高压线、通讯线、广播线、立交桥、隧道、渡槽及一切影响架桥机走行净空和工作净空的障碍物进行调查测量，提出解决办法并要求在运架梁前完成整治工作。
- 3) 特殊困难架梁地段的地形、各桥电力供应情况及道路运输情况。
- 4) 材料及梁运输路径和架桥机架设顺序。

2.1.4 施工调查前，应与当地有关部门联系。施工调查时，应携带必要的文件、图纸及重点工程的设计资料等，采用现场勘察和沿线走访，核对图纸资料。

2.1.5 现场调查工作完毕，应编写施工调查报告。施工调查报告的内容为：

1 工程概况：如线路的经由；工程、水文地质情况；工程分布；重点桥梁工程情况；施工的特点和难易程度；工程数量等。

2 施工条件：工程场地情况；沿线交通和供水、供电、供油情况；主要材料和地方材料的供应条件和供应方式，砂石料源情况；临时房屋和临时通信的解决条件等。

3 提出以下施工建议方案：

- 1) 施工区段划分，施工队伍驻地、大型临时工程的布置；
- 2) 施工道路的布局；

- 3) 施工供水、供电网络和工地发电站的设置;
- 4) 砂石料场选定和场地布置、开采规模、运输方法及供应范围;
- 5) 主要材料供应基地、桥头制梁场等的位置和规模;
- 6) 重点桥梁工程施工方法及措施;
- 7) 施工机具设备和利用地方机械设备的意见;
- 8) 影响施工的障碍物的拆迁方案;
- 9) 箱梁运输路径和桥梁架设顺序;
- 10) 施工调查过程中发现的主要问题和优化设计的意见;
- 11) 对现有施工便道的改扩建方案。

2.1.6 开工前,应根据设计文件和任务要求,应用网络技术编制实施性施工组织设计,其主要内容包括:工程特点;主要施工方法;技术措施;施工进度;工程数量;完成工作量计划;材料及劳力计划;施工现场布置平面图;保证施工安全、质量和合同工期的措施;环境保护措施;制架梁辅助工程和水电供应等。

开工前应做好所需材料机具的准备工作,包括:材料供应渠道、材料的储存、机具配备方案、机具购置和调配、砂石料供应等。

施工单位在做施工调查的过程中,应详细调查当地水资源及电力供应情况,作好完善的水电供应方案。充分利用地方电讯设备,必要时也可架设通讯线路。

2.1.7 实施性施工组织设计中规划的临时设施,应包括生产房屋、生活房屋、施工便桥、工程现场内外交通道路、工地供电和供水设备及其他小型临时设施等,宜在正式开工前完成。起重设备、施工便桥在使用前应予以验收并做好记录,使用过程中应有安全防护措施。高空作业过程中要做好安全防护。

2.1.8 施工前应对施工方案、技术措施和保证工程质量、施工安全等认真进行研究和深入细致地讨论,做到有计划、有步骤地

完成施工。

2.1.9 施工前应对参加施工人员按有关客运铁路相关技术标准进行培训和考核，做到持证上岗。

2.1.10 正式工程开工前，要做好各项施工准备工作和施工图（资料）核对优化工作，经检查合格后，才能申请开工。工程开工必须具备以下条件：

- 1 经批准的设计文件、施工图或施工资料能满足施工需要。
- 2 征地、拆迁、城市规划、环保评估已经完成。
- 3 中线复测及工点放线已完成，施工桩橛完备。
- 4 施工组织设计已经编制完成并已按规定的程序审核批准。
- 5 地质复核工作已经完成。
- 6 施工图（资料）核对优化设计工作已经完成。
- 7 机械、设备、材料和劳动力准备能满足开工需要。
- 8 质量保证体系、安全保证措施已建立和健全。
- 9 工地试验室已经建立并通过认证，能满足施工要求；与开工有关材料试验已完成。
- 10 工地布置、施工用水、用电、临时房屋和便道能满足开工要求。
- 11 对有关施工人员的技术培训和技术交底已完成；特殊工种必须持证上岗。
- 12 核对了地下管线的位置和分布。

施工单位在施工过程中应严格执行开工报告审批制度，未经批准的工程不得开工。

2.2 主要施工机械设备的选择

2.2.1 桥梁上部结构主要施工设备有以下几种：

- 1 桥位制梁设备：膺架（或移动支架造桥机、移动模架造桥机、挂篮）、张拉设备、混凝土设备、钢筋设备、试验和检测设备及其他辅助施工设备。

2 预制梁设备：包括台座、模板、张拉设备、混凝土设备、钢筋设备、吊装及滑移设备、试验和检测设备；采用蒸汽养生时还有蒸汽养生设备；以及其他一些辅助施工设备。

3 运架梁设备：包括装梁、运梁和架梁设备。

2.2.2 施工单位应根据梁的尺寸、重量、形状并结合本单位实际情况合理选择配备施工所需机械设备，确定其参数，提前做好准备，以保证工程工期、安全和质量。

2.3 辅助工程

2.3.1 桥梁施工辅助工程主要包括：存梁场、场内运梁线、大型龙门吊机走行线、供应制梁砂石料的砂石场、修建临时承托结构、钢构件、架桥机的运梁道路。开工前，应考虑辅助工程特点及施工工期，做到统筹规划、合理布局，提出设计文件，经上级批准后，修建辅助工程。辅助工程竣工后，施工单位要编制竣工报告。其内容为：开、竣工日期，施工依据，施工单位，竣工数量，主要材料消耗，工程成本及必要图纸等。

2.3.2 当桥梁工程施工采用预制和架设施工方案时，运梁便线及桥上临时轨道应按不同运梁车的要求具有足够的承载能力并要平整、顺直，以便箱梁的顺利移运。

2.3.3 施工便道应直通工地并与国家公路网连结，并应满足各种设备运输进场的需要。

3 基 础

3.1 明挖基础

3.1.1 基坑开挖

1 基坑开挖前应做好下列工作：

- 1) 测定基坑中心线、方向、高程；
- 2) 按地质水文资料，结合现场情况，决定开挖坡度和支护方案、开挖范围和防、排水措施。

2 基坑可采用垂直开挖、放坡开挖、支撑加固或其他加固的开挖方法。在有地面水淹没的基坑，可修筑围堰、改河、改沟、筑坝排开地面水后再开挖基坑。

3 在天然土层上挖基，如深度在 5 m 以内，施工期较短，基坑底处于地下水位以上，土的湿度接近最佳含水量、土层构造均匀时，则基坑坑壁坡度可参照表 3.1.1 选定。基坑深度大于 5 m 或有其他不利条件时，应将坑壁坡度适当放缓，或加作平台。如土的湿度过大，能引起坑壁坍塌时，坑壁坡度应采用该湿度下土的天然坡度。

表 3.1.1 基坑坑壁坡度

坑 壁 土	坑 壁 坡 度		
	基坑顶缘无载重	基坑顶缘有静载	基坑顶缘有动载
砂类土	1:1	1:1.25	1:1.5
碎石类土	1:0.75	1:1	1:1.25
黏性土、粉土	1:0.33	1:0.5	1:0.75
极软岩、软岩	1:0.25	1:0.33	1:0.67

续表 3.1.1

坑 壁 土	坑 壁 坡 度		
	基坑顶缘无载重	基坑顶缘有静载	基坑顶缘有动载
较软岩	1:0	1:0.1	1:0.25
极硬岩、硬岩	1:0	1:0	1:0

注：1 挖基通过不同的土层时，边坡可分层选定，并酌留平台；

2 在山坡上开挖基坑，当地质不良时，应防止滑坍；

3 在既有建筑物旁开挖基坑时，应按设计文件的要求办理。

4 基坑顶有动载时，坑顶缘与动载间应留有大于 1 m 的护道，如地质、水文条件不良，或动载过大，应进行基坑开挖边坡检算，根据检算结果确定采用增宽护道或其他加固措施。

5 弃土不得妨碍施工。弃土堆坡脚距坑顶缘的距离不宜小于基坑的深度，且宜弃在下游指定地点，不得淤塞河道，影响泄洪。

6 无水土质基坑底面，宜按基础设计平面尺寸每边放宽不小于 50 cm。适宜垂直开挖且不立模板的基坑，基底尺寸应按基础轮廓确定。

有水基坑底面，应满足四周排水沟与汇水井的设置需要，每边放宽不宜小于 80 cm。

7 基底应避免超挖，松动部分应清除。使用机械开挖时，不得破坏基底土的结构，可在设计高程以上保留一定厚度由人工开挖。

8 基坑宜在枯水或少雨季节开挖。基坑开挖不宜间断，达到设计高程经检验合格后，应立即砌筑基础。如基底暴露过久，则应重新检验。

9 必要时，基坑应进行边坡稳定计算。

3.1.2 基坑回填

1 基坑应按设计要求及时回填，应分层夯实。

2 台后、涵洞两侧基坑回填所用的材料和混凝土强度应满足设计要求。

3 台后、涵洞两侧基坑回填应密实、稳定。若以碎石分层填筑，其压实质量应满足设计要求。

4 台后、涵洞两侧基坑回填顶面高程允许偏差为 ± 50 mm。

3.1.3 基坑护壁

1 下列基坑开挖后可采用护壁加固：

- 1) 基坑较深，土方数量较大；
- 2) 基坑坡度受场地限制；
- 3) 基坑地质松软或含水量较大，坡度不易保持。

2 挡板支撑，可采用横、竖向挡板与钢（木）框架支撑坑壁。基坑每层开挖深度，应根据地质情况确定，不宜超过1.5 m，边挖边支。

3 对支撑结构应随时检查，发现变形，及时加固或更换，更换时应先撑后拆。支撑拆除顺序，应自下而上。待下层支撑拆除并回填土后，再拆除上层支撑。

4 用吊斗出土，应有防护措施。吊斗不得碰撞支撑。

5 喷射混凝土护壁适用于稳定性好，渗水量少的基坑。喷护的基坑深度应按地质条件决定，但不宜超过 10 m。

6 喷射混凝土厚度可按表 3.1.3 确定。

表 3.1.3 喷射混凝土厚度 (cm)

地质类别	基坑渗水情况	
	无 渗 水	少 量 渗 水
砂 类 土	10~15	15
黏性土、粉土	5~8	8~10
碎石类土	3~5	5~8

注：1 本表喷射混凝土厚度适用于不大于 10m 直径的圆形基坑，未考虑基坑顶缘荷载；

2 每次喷射混凝土厚度，取决于土层和混凝土的粘结力与渗水量的大小；

3 坑内砂层有少量渗水，可在坑壁打入木桩后再喷混凝土，木桩直径约为 5 cm、长 100 cm，向下与坑壁成 30°角打入，一般间距约为 50 ~ 100 cm。

7 喷射混凝土护壁的坡度根据土质稳定情况与渗水量的大小可采用 1:0.07~1:0.1。

8 所选用的喷射机必须具有良好的密封性且输料均匀。喷射混凝土应掺入外加剂，其掺量应通过试验确定。当使用速凝剂时，应满足初凝时间不大于 5 min，终凝时间不大于 10 min 的要求。干混合料宜随拌随喷。按土质与渗水情况，每次下挖 0.5~1 m，应即喷护。对无水或少水坑壁，喷射顺序应由下而上，但对渗水的坑壁，应由上而下。当一次达不到要求厚度时，可在第一层混凝土终凝后，再喷第二次或第三次直到要求厚度。续喷前应先将混凝土表面污渍、泥块清洗干净。喷射混凝土终凝 2 h 后，应进行湿润养护。

9 基坑开挖前，应在坑口顶缘，采取加固措施，防止土层坍塌。

10 开挖基坑遇有较大渗水时，可采取下列措施：

- 1) 每层开挖深度不大于 0.5 m，汇水坑应设于基坑中心；
- 2) 开挖进入含水层时，宜扩挖 40 cm，以石料码砌扩挖部位，并在表面喷射一层 5~8 cm 厚的混凝土；
- 3) 对流砂、淤泥等夹层，除打入小木桩外，并在桩间缠以竹篱等，然后喷射混凝土。

11 混凝土围圈护壁，除流砂及呈流塑状态的黏性土外，适用于各类土的开挖防护。

12 围圈混凝土由上而下逐层浇筑。顶层应一次整体浇筑，以下各层分段开挖浇筑。上下层混凝土纵向接缝应相互错开。分层高度以垂直开挖面不坍塌为原则，顶层高度宜为 2 m，以下每层高 1~1.5 m。

13 混凝土围圈的开挖面应均匀分布，对称施工，及时浇筑，无支承总长度不得超过 1/2 周长。

14 围圈混凝土壁厚和拆模强度应满足承受土压力的要求。

3.1.4 基坑围堰

1 围堰工程应符合下列规定：

- 1) 围堰顶面宜高出施工期间可能出现的最高水位 0.5 m；
- 2) 对河流断面被围堰压缩而引起的冲刷，应有防护措施；
- 3) 围堰应尽量做到防水严密，减少渗漏；
- 4) 堰内面积应满足基础施工的需要；
- 5) 围堰应满足强度、稳定性的要求。

2 土围堰适用于水深在 2 m 以内，流速小于 0.3 m/s，冲刷作用很小，且河床为渗水性较小的土。土围堰宜使用黏性土填筑，围堰断面应根据使用的土质、渗水程度及围堰本身在水压力作用下的稳定性而定。堰顶宽度不应小于 1.5 m，外侧坡度不陡于 1:2，内侧坡度不陡于 1:1。填土出水面后应分层夯实。筑堰引起流速增大，可在外坡面采用草皮、片石或土袋等进行防护。

3 土袋围堰适用于水深不大于 3 m，流速不大于 1.5 m/s，河床为渗水性较小的土。堰顶宽度可为 1~2 m，外侧边坡为 1:0.5~1:1，内侧为 1:0.2~1:0.5。土袋围堰应用黏土填心。袋内装入松散黏性土后，袋口应缝合，装填量约为袋容量的 60%。在流速较大处，外侧土袋内可装粗砂或小卵石。堆码时土袋应平放，其上下层和左右层应互相错缝。

4 土、土袋围堰填筑前，应清理堰底的树根、草皮、石块等杂物。当有冰块时，必须彻底清除。填筑时，均应自上游开始至下游合龙。堰底内侧坡脚距基坑顶缘距离不应小于 1 m。

5 钢板桩围堰适用于深水基坑，河床为砂类土、黏性土、碎石土以及风化岩等地层。

6 新钢板桩验收时，应备有出厂合格证，机械性能和尺寸符合要求。经整修或焊接后的钢板桩，应用同类型的钢板桩作锁口通过试验检查。验收或整修后的钢板桩，应分类、编号、登记存放。锁口内不得积水。

7 钢板桩堆存、搬运、起吊时，不得损坏锁口损坏和由于自重而引起残余变形。

8 钢板桩接长应以等强度焊接。

9 当吊装设备许可时，应将 2~3 块钢板桩拼成一组组合桩，组拼后用坚固夹具夹牢。

10 插打钢板桩应符合下列规定：

- 1) 插打前，在锁口内应涂抹防水混合料，组拼桩时应用油灰和棉絮捻塞拼接缝。
- 2) 插打顺序应按施工组织设计进行，可由上游分两侧插向下游合龙。
- 3) 插打时必须有可靠的导向设备。宜先将全部钢板桩逐根或逐组插打稳定，然后依次打到设计高程。
- 4) 开始打的几根或几组钢板桩，应检查其平面位置和垂直度。当发现倾斜时，应即予纠正。
- 5) 当吊桩起重设备高度不够时，可改变吊点位置，但不得低于桩顶以下 $1/3$ 桩长。
- 6) 钢板桩可用锤击、振动或辅以射水等方法下沉。但在黏土中，不宜使用射水。锤击时应使用桩帽。
- 7) 钢板桩因倾斜无法合龙时，应使用特制楔形钢板桩，楔形的上下宽度之差不得超过桩长的 2%。
- 8) 钢板桩相邻接头应上下错开不小于 2 m。
- 9) 围堰将近合龙时，应经常观测四周的冲淤状况，并采取预防上游冲空涌水或下游积淤的措施。
- 10) 同一围堰内，使用不同类型的钢板桩时，应将两种不同类型钢板桩的各一半拼接成异型钢板桩。

11 锁口漏水，可用板条、旧棉絮条等在内侧嵌塞，同时在漏缝外侧水面撒细煤渣与木屑等，使其随水流自行堵塞，必要时可外部堵漏。较深处的渗漏，可将煤渣等沉送到漏水处堵漏。

12 潮汐地区或河流水位涨落较大地区的围堰，应采取措施防止围堰内水位高于外侧。

13 拔桩前应向围堰内灌水，保持内外水位相等。拔桩应从

下游开始。

14 打钢板桩过程中，当导向设备失效，钢板桩顶达到设计高程时，平面位置允许偏差：水中打桩为 20 cm，陆地打桩为 10 cm。

3.1.5 基坑排水

1 明挖基坑，可采用汇水井或井点法排、降水，应保持基坑底不被水淹。

2 粉、细砂土质的基坑，宜用井点法降低水位。当用汇水井排水时，应采取防止带走泥砂的措施。

3 水下挖基时，抽水能力应为渗水量的 1.5~2 倍。

4 基坑排出的水应以水管或水槽远引。

5 各类井点法降水的适用范围可按表 3.1.5 确定。

表 3.1.5 各类井点法降水的适用范围

井 点 名 称	土层渗透系数 (m/d)	降低水位深度 (m)
单层轻型井点	0.1~50	3~6
多层轻型井点	0.1~50	6~12 (由井点层数而定)
喷射井点	0.1~1	8~20
电渗井点	<0.1	根据选用的井点确定
管井井点	20~200	3~5
深井井点	10~250	>15

6 井点法降水应符合下列规定：

- 1) 安装井点管，应先造孔后下管，不得将井点管硬打入土内，造孔应垂直，深度宜比滤管底深 0.5 m 左右。滤管底应低于基底以下 1.5 m。
- 2) 井点管四周，应以粗砂灌实，距地面 0.5~1 m 深度内，用黏土填塞严密。
- 3) 集水总管与水泵的安装应降低，集水总管向水泵方向宜设有 0.25%~0.5% 的下坡。

- 4) 井管系统各部件均应安装严密,不得漏气。
- 5) 降水过程中,应加强井点降水系统的维护和检查,保证不断抽水。
- 6) 对水位降低区域建筑物可能产生的沉降,应进行观测,并采取防护措施。
- 7) 拆除多层井点应自底层开始逐层向上进行,在下层井点拆除期间,上部各层井点应继续抽水。

3.1.6 基底处理应符合下列规定:

1 岩层基底应清除岩面松碎石块、淤泥、苔藓,凿出新鲜岩面,表面应清洗干净。倾斜岩层,应将岩面凿平或凿成台阶。易风化的岩层基底,应按基础尺寸凿除已风化的表面岩层。在砌筑基础时,应边砌边回填封闭。

2 碎石类及砂类土层基底承重面应修理平整,砌筑基础时,先铺一层水泥砂浆。

3 黏性土层基底整修时,应在天然状态下铲平,不得用回填土夯实。必要时,可向基底夯入 10 cm 以上厚度的碎石,碎石层顶面不得高于基底设计高程。

4 泉眼可用堵塞或排引的方法处理。

3.1.7 基础处理中换填地基、重锤夯实、强夯、挤密桩、砂桩、碎石桩、粉喷桩和旋喷桩的施工参照《客运专线铁路路基工程施工技术指南》(TZ212—2005)中的相关规定执行。

3.1.8 基底检验

1 基底应检验下列内容:

- 1) 基底平面位置、尺寸大小和基底高程;
- 2) 基底地质情况和承载力是否与设计资料相符;
- 3) 基底处理和排水情况;
- 4) 检查施工记录及有关试验资料。

2 基坑检验方法按地基土质复杂(如溶洞、断层、软弱夹层、易溶岩等)及结构对地基有无特殊要求,可采用直观或触探

方法，必要时钻探（钻深至少 4m）取样做土工试验，或按设计的特殊要求进行荷载试验。

3 基底高程容许误差应符合下列规定：

土质	$\pm 50 \text{ mm}$
石质	$\begin{matrix} +50 \\ -200 \end{matrix} \text{ mm}$

3.1.9 混凝土与砌体基础

1 基础砌筑除应符合铁道部现行相关砌体施工标准的有关规定外，尚应符合下列规定：

- 1) 应在坑底无水情况下施工；
- 2) 石料及砌块不得从平台上抛下；
- 3) 水下混凝土及砌体基础终凝后，方可停止抽水。

2 基础与墩台身的接缝，应满足设计要求。当设计无要求时，应符合铁道部现行相关桥涵施工标准的有关规定。

3.1.10 明挖基础的施工应符合下列规定：

1 基坑换填或回填应及时，夯实符合规定。

2 基坑应满足基础轮廓、放坡、排水的需要，特殊情况下，并应符合加宽的要求。

3 基础允许偏差应符合表 3.1.10 的规定。

表 3.1.10 基础允许偏差

序 号	项 目	允 许 偏 差
1	基础前后、左右边缘距设计中心线	$\pm 30 \text{ mm}$
2	基础顶面高程	$\pm 20 \text{ mm}$

4 混凝土、钢筋混凝土及砌体所用原材料、配合比和强度、砌体砌缝、混凝土浇筑应符合相关施工技术标准的有关规定。

3.2 桩 基 础

3.2.1 沉桩基础

1 沉桩基础施工应符合下列规定：

- 1) 沉桩前应掌握桩基的工程地质、水文和试桩等资料。
- 2) 沉桩前应完成以下工作：
 - ① 查明施工区（高空、地面、地下和水中）有无妨碍沉桩的障碍物，并应及时处理。对沉桩设备移动范围进行平整，如地面松软应进行加固处理。
 - ② 对预制桩的质量进行检验，并在每根桩上用油漆画出长度标志。
 - ③ 测定墩、台、基桩的纵、横轴线并做好记录，在陆地和静水区每根基桩轴线偏位应不大于 1.5 cm，单排桩轴线允许偏差为 1 cm。在流速较大的深水中基桩轴线偏位不得超过设计允许范围。墩台轴线的控制点，应设在不受沉桩或其他影响的地点并加以标志。
- 3) 桩的堆放、起吊、搬运应符合下列规定：
 - ① 应按桩的种类和使用顺序堆放；堆放场地应平整、坚实，堆放层数不宜超过 4 层，两点支承时应设在距桩端 0.21 倍桩长处，三点支承时应设在距桩端 0.15 倍桩长及桩中点处。每层支承垫木必须保持在同一平面上，各层支承垫木应在同一竖直线上。雨季和春融期间，应防止因地面软化发生不均匀下沉造成基桩断裂和损坏。
 - ② 起吊桩时，混凝土强度和吊点位置应满足设计要求。起吊桩时，应平稳提升，使各吊点同时受力。一个吊点吊桩时，吊点应设在距桩上端 0.3 倍桩长处。在起吊中，应用钢丝绳捆绑并控制桩的下端。
 - ③ 桩在起吊、搬运和堆码时，应防止冲撞和发生附加弯矩。
 - ④ 用驳船运桩，装卸时应注意保持驳船稳定。
- 4) 锤击沉桩时宜重锤低击，锤型选择时应依据桩重及类

型、设计荷载、地质情况、设备条件和对邻近建筑物产生的影响等条件而定，附近有重要建筑物（如高层建筑、堤防工程、铁路干线等）不宜选用振动或射水沉桩。锤击时应考虑锤击振动对附近新浇筑混凝土的影响。

- 5) 沉桩顺序可按水流、地形、地质、桩架移动难易等因素确定，当桩基平面尺寸较大或桩距较小时，宜由中间向外周进行沉桩，在较松软的土层中宜由外周向中间进行沉桩。
- 6) 吊插桩前，应复查桩位、桩身、桩架质量，确认合格后方可插桩。沉桩前，检查桩锤、桩帽与桩身的中心线，在纵、横两个方向应在同一轴线上；检查桩位和直桩垂直度或斜桩倾斜角应符合规定。接桩时应保持各节桩的轴线在同一条直线上，上下节桩轴线偏斜不应大于 0.3%，并应使各节偏斜反向错开。
- 7) 沉桩过程中应防止偏移。遇下列情况应停止沉桩，经分析研究采取措施后，方可再继续施工。
 - ① 贯入度发生急剧变化或振动打桩机的振幅异常；
 - ② 桩身突然倾斜、移位或锤击时有严重回弹；
 - ③ 桩头破碎或桩身开裂；
 - ④ 附近地面有严重隆起现象；
 - ⑤ 打桩架发生偏斜或晃动。

同一基础，当土质与设计不符，致使桩的入土深度相差很大时，应提交设计部门确定，采取适当措施。

- 8) 沉桩时，每根桩均应及时填写沉桩记录和沉桩记录整理表，并按每一墩、台桩基绘制桩位示意图。
- 9) 沉桩开始前，应按设计要求进行试桩。
- 10) 单桩承载力应按下列各种情况确定：

- ① 按静载试验取得的极限荷载除以设计规定的安全系

数，作为单桩允许承载力。

- ② 结构要求必须限制位移时，应按设计要求的单桩位移量确定单桩允许承载力。对于未开挖基坑即沉入的桩，其承台底面以上部分或局部冲刷线以上部分以及计入负摩擦力部分桩的摩擦力应予扣除。
- ③ 允许的抗拔力和承推力，应满足设计要求。

11) 基桩的复打应符合下列规定：

- ① 对发生“假极限”现象的桩、有上浮现象的桩，必须复打；
- ② 复打前的“休息”天数和复打要求，应符合相关施工技术标准的相关规定。

12) 钢筋混凝土和预应力混凝土桩，在沉桩前桩身混凝土强度应达到设计强度。

2 钢筋混凝土桩和预应力混凝土桩现场制作应符合下列规定：

- 1) 混凝土原材料、拌制、浇筑、张拉等应符合相关施工技术标准的有关规定。
- 2) 桩身混凝土应连续浇筑，不得中断，并应填写制桩记录。桩身混凝土应达到吊运要求的强度，且不低于设计强度的 70% 后方可吊运，达到设计强度后方可使用。
- 3) 桩的钢筋或预应力筋的技术标准、加工、接头和安装，应符合铁道部现行混凝土与砌体施工标准的有关规定和设计图要求。桩的主筋宜采用整根钢筋，当须接长时，应采用对接焊接。箍筋或螺旋筋必须箍紧主筋，钢筋的混凝土保护层厚度应满足设计要求。
- 4) 桩节间的连接部件应满足设计强度对和耐久性要求，采用法兰盘连接时，接头位置不受限制。当采用钢套筒焊接接头时，应满足设计要求。法兰盘和桩靴的中

心必须在桩的中轴线上。接桩铁件应作防锈处理。

- 5) 现场用重叠法浇筑钢筋混凝土桩时, 预制场地应平整、坚实, 并防止浸水沉陷和不均匀沉降。桩与桩间接触面不得互相粘连; 相邻桩或上层桩的浇筑, 应邻桩或下层桩的在混凝土达到设计强度的 50% 后进行施工。桩的重叠层数应按地面容许荷载、桩径大小及种类和施工条件确定, 但不宜超过 3 层。桩上应标明编号和制作日期。

3 桩的下沉可根据地质条件、桩型和桩体承载能力等采用锤击法或振动法, 并应符合下列规定:

1) 锤击沉桩:

- ① 锤击沉桩应采用与桩和锤相适应的桩帽及适合桩帽大小的弹性衬垫。顶面和底面应平整并与桩的中轴线相垂直。
- ② 采用送桩沉桩时, 桩与送桩的纵轴线应保持在同一直线上。送桩紧接桩顶部分, 应有保护桩顶的装置, 送桩应有足够的强度、刚度和长度。安放送桩前, 应截除桩头损坏部分并保持桩顶平整。
- ③ 锤击沉桩开始时应用较低落距, 并在纵横两方向观察、控制桩位和桩的竖直度或倾斜度, 待桩入土一定深度并确认位置正确和方向无误后, 再按规定落距进行锤击。坠锤落距不宜大于 2 m, 单打汽锤落距不宜大于 1 m, 柴油锤应使锤芯冲程正常。在桩的沉入过程中, 应观察桩锤、桩帽和桩身是否保持在同一轴线上。锤击沉桩应连续进行, 不应中途停顿。
- ④ 钢筋混凝土桩和预应力钢筋混凝土桩, 在预计或有迹象表明桩尖进入软土层时, 应改用较低落距锤击。
- ⑤ 当落锤高度已达规定最大值和每击贯入度小于等于 2 mm 时, 立即停锤。但沉桩深度还未达到设计要求

时应查明原因，采用换锤等措施。

- ⑥ 桩尖设计位于硬塑及半坚硬状态的黏性土、碎石土、中密状态以上的砂类土或风化岩层时，按贯入度变化和工程地质资料，经与有关单位会商，确认桩尖已沉入设计土层，贯入度符合要求时即可停锤。当设计考虑硬层有冲刷时，应采取措施使桩尖达到设计高程。
- ⑦ 桩尖设计位于一般土层时，应以桩尖设计高程控制为主，贯入度为辅。桩尖达到设计高程，但贯入度与试桩所确定的最终贯入度相比或与地质资料对比有出入时，应与设计部门研究停锤控制标准。
- ⑧ 水上沉桩，可用固定平台、浮式平台或打桩船进行施工。有潮汐的水域，宜用固定平台或专用打桩船施工。如采用专用打桩船，当波浪超过2级（波峰高0.25~0.5 m）、流速大于1.5 m/s或风力超过5级（风速大于8.0~10.7 m/s）时，均不宜沉桩。其他船舶通过施工区，船行波影响打桩船稳定时，宜暂停沉桩。已沉好的水中桩，应用钢制杆件把相邻桩连成一体加以防护，并在水面设置标志。严禁在已沉好的桩上系缆。
- ⑨ 使用打桩船进行沉桩施工时，对锚锭布置、船的停位及移动顺序等均应做好设计。施工过程中，应保持船体平衡。

2) 振动沉桩：

- ① 振动沉桩一般适用于松软的或塑态的黏性土和较松散的砂土中，在紧密黏性土和砂质土中可用射水配合施工。
- ② 振动锤的振动力应大于下沉桩的土摩阻力。振动打桩机和机座（桩帽）必须与桩顶连接紧密、牢固。

- ③ 在插好桩后，初期宜依靠桩和振动锤的自重下沉，待桩身入土达到一定深度并确认桩位和竖直度符合要求后再振动下沉。每根桩的沉桩作业应连续完成，接桩和停水干振时间不可过久。
- ④ 采用振动为主射水配合沉桩时，桩尖沉至距设计高程 2m 时应停止射水并将射水管提高，应即进行干振直至设计高程，当最后下沉贯入度不大于试桩最后下沉贯入度且振幅符合规定时，即可认为沉桩合格。
- ⑤ 同一基础的基桩全部沉完后，宜将全部基桩再进行一次干振，保证全部基桩达到合格标准。

3.2.2 钻孔桩基础

1 钻孔桩施工准备工作应符合下列规定：

- 1) 钻孔场地在旱地时，应清除杂物、换除软土、平整压实，场地位于陡坡时，也可用枕木、型钢等搭设工作平台。
- 2) 在浅水中，宜用筑岛围堰法施工，筑岛面积应按钻孔方法、设备大小等决定。
- 3) 钻孔场地在深水中或淤泥较厚时，可搭设工作平台进行施工，平台须坚固稳定，能承受施工作业时所有静、活荷载，同时应考虑施工设备能安全进、退场。如水流平稳时，钻机可设在船舶或浮箱上进行钻孔作业，但须锚锭稳固保证桩位准确。
- 4) 采用回转法或冲击法钻孔时，需设置泥浆循环净化系统，应在计划施工场地或工作平台时一并考虑。
- 5) 钻孔前应设置坚固、不漏水的孔口护筒。护筒内径应大于钻头直径，使用旋转钻机钻孔应比钻头大约 20 cm，使用冲击钻机钻孔应比钻头大约 40 cm。护筒顶面宜高出施工水位或地下水位 2 m，还应满足孔内

泥浆面的高度要求，在旱地或筑岛时还应高出施工地面 0.5 m。护筒埋置深度应符合下列规定：

- ① 岸滩上，黏性土应不小于 1 m，砂类土应不小于 2 m。
当表层土松软时，宜将护筒埋置到较坚硬密实的土层中至少 0.5 m。岸滩上埋设护筒，应在护筒四周回填黏土并分层夯实。可用锤击、加压、振动等方法下沉护筒。
- ② 水中筑岛上，护筒宜埋入河床面以下 1 m；水中平台上可按最高施工水位、流速、冲刷及地质条件等因素确定埋深，必要时打入不透水层。
在水中平台上下沉护筒，应有导向设备控制护筒位置。
- ③ 护筒顶面中心与设计桩位偏差不得大于 5 cm，倾斜度不得大于 1%。

2 在砂类土、碎（卵）石土或黏土夹层中钻孔，宜采用膨润土泥浆护壁。在黏性土中钻孔，当塑性指数大于 15，浮碴能力满足施工要求时，可利用孔内原土造浆护壁。冲击钻机钻孔，可将黏土加工后投入孔中，利用钻头冲击造浆。

泥浆性能指标，应按钻孔方法和地质情况确定并应符合下列规定：

泥浆比重：正循环旋转钻机、冲击钻机使用管形钻头钻孔时，入孔泥浆比重为 1.1~1.3；冲击钻机使用实心钻头钻孔时，孔底泥浆比重砂黏土不宜大于 1.3，大漂石、卵石层不宜大于 1.4，岩石不宜大于 1.2。反循环旋转钻机入孔泥浆比重可为 1.05~1.15。

黏 度：一般地层 16~22 s，松散易坍地层 19~28 s。

含 砂 率：新制泥浆不大于 4%。

胶 体 率：不小于 95%。

pH 值：应大于 6.5。

为提高泥浆粘度和胶体率，可在泥浆中掺入适量的碳酸钠、烧碱等，其掺量应经试验决定。造浆后应试验全部性能指标，钻孔过程中应随时检验泥浆比重和含砂率，并填写泥浆试验记录表。

3 钻孔施工

1) 钻机安装及钻孔

- ① 安装钻机前，底架应垫平，保持稳定，不得产生位移和沉陷。钻机顶端应用缆风绳对称拉紧，钻头或钻杆中心与护筒中心偏差不得大于 5 cm。
- ② 无论采用哪种方法钻孔，开孔的孔位必须准确，应使初成孔壁竖直、圆顺、坚实。
- ③ 钻孔时，孔内水位宜高于护筒底脚 0.5 m 以上或地下水位以上 1.5~2.0 m。在冲击钻进中取渣和停钻后，应及时向孔内补水或泥浆，保持孔内水头高度和泥浆比重及黏度。
- ④ 钻孔时，起、落钻头速度宜均匀，不得过猛或骤然变速，孔内出土不得堆积在钻孔周围。
- ⑤ 钻孔作业应连续进行，因故停钻时，有钻杆的钻机应将钻头提离孔底 5 m 以上，其他钻机应将钻头提出孔外，孔口应加护盖。钻孔过程中应经常检查并记录土层变化情况，并与地质剖面图核对。钻孔到达设计深度后，应对孔位、孔径、孔深和孔形进行检验，并填写钻孔记录表。孔位偏差不得大于 10 cm。

2) 冲击钻孔

- ① 在碎石类土、岩层中宜用十字形钻头；在砂黏土、砂和砂砾石层中宜用管形钻头。冲击法钻孔，钻头重量应考虑泥浆的吸附作用和钢丝绳及吊具的重量，使总重不超过卷扬机的起重能力。

- ② 开始钻孔时应采用小冲程开孔，待钻进深度超过钻头全高加正常冲程后方可进行正常冲击钻孔。钻进过程中，应勤松绳和适量松绳，不得打空锤；勤抽碴，使钻头经常冲击新鲜地层。每次松绳量应按地质情况、钻头形式、钻头重量决定。
- ③ 吊钻头的钢丝绳必须选用同向捻制、柔软优质、无死弯和无断丝者，安全系数不应小于 12。钢丝绳与钻头间须设转向装置并连结牢固，钻孔过程中应经常检查其状态及转动是否正常、灵活。主绳与钻头的钢丝绳搭接时，两根绳径应相同，捻扭方向必须一致。
- ④ 钻孔工地应有备用钻头，检查发现钻孔钻头直径磨损超过 15 mm 时应及时更换修补。更换新钻头前，应先检孔到孔底，确认钻孔正常时方可放入新钻头。
- ⑤ 为防止由于冲击振动导致邻孔孔壁坍塌或影响邻孔已浇筑混凝土强度，应待邻孔混凝土抗压强度达到 2.5 MPa 后方可开钻。

3) 旋转钻孔

- ① 正、反循环旋转钻机适用于黏性土、砂类土、碎石类土，可按地质条件、钻孔直径及深度选择钻机及钻头。旋转钻机的起重滑轮和固定钻杆的卡机，应在同一垂直线上，保持钻孔垂直。
- ② 开钻前应在护筒内存进适量泥浆，开钻时宜低档慢速钻进，钻至护筒下 1 m 后再以正常速度钻进。钻进速度应与泥浆排量相适应。在易坍孔的砂土、软土等土层钻孔时，宜采用低速、轻压钻进，同时应提高孔内水头和加大泥浆比重。
- ③ 使用反循环钻机钻孔，应将钻头提高孔底约 20 cm，待泥浆循环畅通方可开始钻进。钻进过程中，应保

持护筒内应有的水头，对不同土层采用不同的钻速钻压、泥浆比重和泥浆量。

- ④ 潜水钻机钻孔，应按钻孔孔径和地质情况选择钻头，钻头切削方向应与主轴旋转方向一致。应按土质软硬控制进尺，并应采用控制主机电流在低于额定电流情况下进行减压钻进，钻机运行时发现不正常现象应立即停机检查，找出原因，消除故障。

4) 套管钻机钻孔

- ① 套管钻机适用于砂类土和黏性土层钻孔，当地下水位以下有厚于 5 m 的细砂层时，应选用上拔力较大的钻机。套管下沉总深度，应按土层紧密情况和机械上拔力大小决定。钻机就位后须用支腿将机身支平支牢，使套管竖直度满足设计要求。
- ② 套管钻机在开孔下套管时，钻进速度宜慢，并应反复上提下压套管，校正好位置和竖直度。中等密实或密实的土层中钻孔，宜随钻进随下套管；松散土层中钻孔，应先下套管并深于抓土面 1~1.5 m，然后钻进；地下水位较高的粉、细砂土层中，应随时向套管中补水，保持套管中水位不低于地下水位，防止翻砂。
- ③ 钻孔作业过程中，应观察主机所在地面和支腿支承处地面变化情况，发现下沉现象应及时停机处理。因故停机时间较长时，应将套管口保险钩挂牢。

5) 旋挖钻机钻孔

- ① 旋挖钻机适用于各种土质地层、砂性土、砂卵砾石层和中等硬度以下基岩的施工。施工前应根据不同的地质情况选用不同类型的钻头。
- ② 钻孔时，孔口护筒应高出地面 20~30 cm，并及时向孔内补充浆液，以保持足够的泥浆压力。套管跟随

钻进时，套管底口应与钻头旋挖深度相适应，确保不超挖。

- ③ 钻孔作业过程中，应观察主机所在地面和支腿支承处地面变化情况，发现下沉现象应及时停机处理。因故停机时间较长时，应将套管口保险钩挂牢。

6) 钻孔异常处理

- ① 钻孔中发生坍孔后，应查明原因和位置，进行分析处理。坍孔不严重时，可采用加大泥浆比重、加高水头、埋深护筒等措施后继续钻进；坍孔严重时，回填重新钻孔。冲击法钻孔时，可投黏土块夹小片石，用低锤冲击将黏土块和小片石挤入孔壁制止坍孔。
- ② 钻孔中发生弯孔和缩孔时，一般可将旋转钻机的钻头，提起到偏斜处进行反复扫孔，直到钻孔正直。如发生严重弯孔、梅花孔、探头石时，应采用小片石或卵石与黏土混合物回填到偏斜处，待填料沉实后再重新钻孔纠偏。
- ③ 发生卡钻时，不宜强提。应查明原因和钻头位置，采取晃动大绳以及其他措施，使钻头松动后再提起。
- ④ 发生掉钻时，应查明情况尽快处理。
- ⑤ 发生卡钻、掉钻时，严禁人员进入没有护筒或其他防护设施的钻孔内。必须进入有防护设施的钻孔时，应确认钻孔内无有害气体和备齐防毒、防潮、防埋等保证安全措施后，方可进入，并应有专人负责现场指挥。

4 清孔及安装钢筋笼应符合下列规定：

- 1) 钻孔至设计高程，经对孔径、孔深、孔位、竖直度进行检查确认钻孔合格后，应即进行清孔。浇筑水下混

凝土前允许沉渣厚度应满足设计要求，设计无要求时：柱桩不大于 5 cm；摩擦桩不大于 20 cm。清孔可选用以下方法：

- ① 抽渣法适用于冲击或冲抓法钻孔。
- ② 吸泥法适用于土质密实不易坍塌的冲击钻孔。
- ③ 换浆法适用于正、反循环旋转钻孔。

- 2) 不论采用何种方法清孔，在抽渣或吸泥时都应及时向孔内加注清水或新鲜泥浆，保持孔内水位。
- 3) 清孔应达到以下标准：孔内排出或抽出的泥浆手摸无 2~3 mm 颗粒，泥浆比重不大于 1.1，含砂率小于 2%，黏度 17~20 s；浇筑水下混凝土前孔底沉渣厚度，柱桩不大于 5 cm，摩擦桩不大于 20 cm。严禁采用加深钻孔深度方法代替清孔。
- 4) 清孔达标后应抓紧安装钢筋笼和浇筑水下混凝土。钢筋笼的材料、加工、接头和安装，应符合相关施工技术标准的有关规定，钢筋笼主筋与加强箍筋必须全部焊接。钢筋笼吊装入孔后不影响清孔时，应在清孔前进行吊放。吊装时，应严防孔壁坍塌。钢筋笼入孔后应准确、牢固定位，平面位置偏差不大于 10 cm，底面高程偏差不大于 ± 10 cm。在钢筋笼上端应均匀设置吊环或固定杆，钢筋笼外侧应对称设置控制钢筋保护层厚度用的垫块。
- 5) 柱桩在浇筑水下混凝土前，应用射水或射风冲射钻孔孔底 3~5 min，将孔底沉淀物翻动上浮，射水或射风压力应比孔底压力大 0.05 MPa。

5 水下混凝土导管应符合下列规定：

- 1) 钢导管内壁应光滑、圆顺，内径一致，接口严密。导管直径应与桩径及混凝土浇筑速度相适应，可为 20~30 cm。导管管节长度，中间节宜为 2 m 等长，底节可

为 4 m, 漏斗下宜用 1 m 长导管。

- 2) 导管使用前应进行试拼和试压, 按自下而上顺序编号和标示尺度。导管组装后轴线偏差, 不宜超过钻孔深的 0.5% 并不宜大于 10cm, 连接时连接螺栓的螺帽宜在上; 试压压力宜为孔底静水压力的 1.5 倍。
- 3) 导管长度应按孔深和工作平台高度决定。漏斗底距钻孔上口, 应大于一节中间导管长度。导管接头法兰盘宜加锥形活套, 底节导管下端不得有法兰盘。有条件时可采用螺旋丝扣型接头, 但必须有防松装置。
- 4) 导管应位于钻孔中央, 在浇筑混凝土前, 应进行升降试验。导管吊装升降设备能力, 应与全部导管充满混凝土后的总重量和摩阻力相适应, 并应有一定的安全储备。

6 水下混凝土浇筑, 除应符合铁道部现行《铁路混凝土与砌体工程施工规范》(TB10210) 的有关规定外, 尚应符合下列规定:

- 1) 混凝土的初存量应满足首批混凝土入孔后, 导管埋入混凝土的深度不得小于 1 m 并不宜大于 3 m; 当桩身较长时, 导管埋入混凝土中的深度可适当加大。漏斗底口处必须设置严密、可靠的隔水装置, 该装置必须有良好的隔水性能并能顺利排出。
- 2) 水下混凝土应连续浇筑, 中途不得停顿。并应尽量缩短拆除导管的间断时间, 每根桩的浇筑时间不应太长, 宜在 8 h 内浇筑完成。混凝土浇筑完毕, 位于地面以下及桩顶以下的孔口护筒应在混凝土初凝前拔出。
- 3) 套管钻机钻孔在浇筑混凝土过程中, 应经常转动和逐渐提升套管, 套管刃脚埋入混凝土不宜小于 1.5 m, 也不宜大于 5 m, 混凝土浇筑完毕应将套管立即拔出。
- 4) 在浇筑混凝土过程中, 应测量孔内混凝土顶面位置, 保持导管埋深在 1~3 m 范围。当混凝土浇筑面接近设

计高程时，应用取样盒等容器直接取样确定混凝土的顶面位置，保证混凝土顶面浇筑到桩顶设计高程以上1.0 m左右。

- 5) 在浇筑水下混凝土前，应填写检查钻孔桩桩孔和钢筋笼情况的“工程检查证”，在浇筑水下混凝土过程中，应填写“水下混凝土浇筑记录”。
 - 6) 水下混凝土浇筑过程中，发生导管漏水或拔出混凝土面、机械故障或其他原因，造成断桩事故，应予重钻或与有关单位研究补救措施。
- 7 桩的质量检测应符合下列规定：
- 1) 所有钻孔桩桩身混凝土质量均应进行低应变动测法检测；
 - 2) 地质条件较差、桩长超过 50 m 的桩应按设计有要求进行超声波检测；
 - 3) 每根桩作混凝土检查试件不少于一组；
 - 4) 对质量有问题的桩，应钻取桩身混凝土鉴定检验；
 - 5) 对大桥和特大桥或结构需要控制的柱桩的桩底沉渣厚度，按柱桩总数 3%～5% 钻孔取样检验。

3.2.3 桩基承台

- 1 桩基承台施工应符合下列规定：
 - 1) 承台混凝土应在无水条件下浇筑，可按地质、地下水位和水深条件，采用排水或防水措施。
 - 2) 绑扎承台钢筋前，应核实承台底面高程及每根基桩埋入承台长度，并应对基底面进行修整。在基底为软弱土层时，应按设计要求采取适当措施，防止承台在灌注混凝土过程中产生不均匀沉降。
 - 3) 承台底面以上到设计高程范围的基桩顶部应显露出新鲜混凝土面。基桩埋入承台长度及桩顶主钢筋锚入承台长度应满足设计要求，钢管桩应焊好桩顶连接件。

- 4) 采用基桩顶主钢筋伸入承台联结时，承台底层钢筋网在越过桩顶处不得截断。采用基桩顶部直接埋入承台联结时，承台底层钢筋网碰及基桩时，可以调整钢筋间距或在基桩两侧改用束筋越过，确需截断时，宜在截断处增设附加等强度钢筋连续绕过。
- 5) 承台混凝土应一次连续浇筑，当混凝土与环境温差大于 25°C 时，应采取降低混凝土水化热和内部温度措施。
- 6) 在水中修建承台，当设计承台底面位于河床以下时（低承台），可采用钢板桩围堰、双壁钢围堰修建承台。设计承台底面在低水位以上时（高承台），宜采用吊箱围堰修建承台。高承台及墩身混凝土施工完成后，应及时将承台顶面以上临时结构物清除。
- 7) 高承台结构中，当承台及墩台混凝土浇筑完成后，应将承台顶面以上的钢结构切除，不得危及通航船只的安全和洪水期造成漂浮物堆积。

2 钢板桩围堰承台施工应符合下列规定：

- 1) 插打钢板桩应有导向设备。导向围笼可一次下沉到位，也可在直桩基础中先将围笼整个高出水面，在插打定位桩后与定位桩组成稳定的施工平台，利用该平台先进行基桩施工，然后再将围笼下沉到位插打钢板桩。
- 2) 钢板桩围堰合龙到封底完成过程中，应经常检查围堰外河床冲刷情况，必要时抛石防护。
- 3) 在围堰内吸泥至设计封底底面高程后，应整平基底、清除淤泥、浇筑水下封底混凝土。待达到要求的强度后抽水，浇筑承台及墩身。
- 4) 钢板桩的导向围笼制造、组拼、起吊、浮运、定位、锚碇及下沉等应满足设计要求，钢板桩围堰的其他要求应符合本技术指南第 3.1 节基坑围堰的有关规定。

3 双壁钢围堰施工承台应符合下列规定：

- 1) 双壁钢围堰应进行专门设计，围堰的尺寸、强度、刚度及结构稳定性、锚碇方法等应满足设计及施工要求，围堰高度应按下沉深度和施工期间可能出现的最高水面高程及浪高等因素确定。当围堰需下沉到岩面时，可按岩面及风化层情况做成等高或与岩面相同倾斜度的不等高刃脚。围堰顶面可做为施工平台。
- 2) 双壁钢围堰宜分节、分块在工厂制造，块件大小可按制造设备、运输条件、工地安装起吊及移运能力决定。出厂前，应按设计检查复核块件结构尺寸，应采用适当方法对块件焊接质量进行检验，必要时应做水压试验，发现焊缝渗漏处应将焊缝铲除烘干重焊。
- 3) 钢围堰拼装质量应符合下列规定：
 - ① 总体尺寸：每节钢围堰拼装完成后，整体尺寸应与设计要求相符，允许偏差应符合下列规定：
平面直径 $\pm D/800$ （ D 为直径）；
顶平面相对高差：全围堰 20 mm，井箱相邻点 10 mm；
井箱厚度 ± 1.5 mm。
 - ② 拼焊质量：上下隔舱板对齐，各相邻水平环形板对齐，上下竖向肋角必须和水平环形板焊牢。相邻块件外壁板对接应准确，错差不大于 1 mm，接缝缝隙 0~2 mm，可采用对接焊、搭接焊或贴板焊接，但必须满焊并保证水密。所有壁板和隔舱板的工地焊缝，都应作煤油渗透试验，不合格者应将焊缝铲除重焊。
- 4) 双壁钢围堰落至基岩面或不被冲刷的地层中修建低承台的钻孔桩基础时，围堰浮运、定位、接高、水中下沉、落底、土中下沉和清基等，除应符合相关施工技术标准的相关规定外，且应使预埋在水中及封底混凝

土中的钻孔钢护筒位置满足设计要求，钢围堰顶面满足施工平台设置需要。采用双壁钢围堰修建桩基高承台时，可采用先下围堰并在其上设工作平台施工基桩，或先施工基桩后下围堰，在清基封底后再抽水浇筑承台混凝土。

- 5) 双壁钢围堰落底的允许偏差应满足设计要求，设计无要求时应符合下列规定：围堰底面平均高程符合设计规定，围堰最大倾斜度不大于围堰高度的 $1/50$ ，围堰顶、底面中心位移不大于 25 cm 再加围堰高度的 $1/50$ ，平面扭转角不大于 2° 。

4 吊箱围堰施工承台应符合下列规定：

- 1) 吊箱围堰应进行专门设计，除结构尺寸、强度、刚度、吊装方法应满足施工要求外，应做好抗浮力和防漏水设计。
- 2) 围堰底板结构除应满足浇筑水下封底混凝土和抽水浇筑承台混凝土时受力需要外，应考虑定位桩施工偏差因素，使加劲肋和横梁避开开桩孔位置。底板开桩孔，宜按基桩平面投影桩径，再放大若干。围堰边板一般采用单壁，做成拆装式，当利用边板做承台外模时，应保证满足承台结构尺寸要求。围堰支撑体系应满足吊装整体吊箱围堰和浇筑封底混凝土整体受力需要。围堰底板、边板、封板之间的接缝，应有可靠的防漏水措施。
- 3) 吊箱围堰可视水深情况，采取在浮箱上或工作平台上先组拼成整体，再浮运、吊装到已沉好的定位桩上，或采取在基桩外侧搭设临时工作平台进行现场组拼、吊装到定位桩上。吊箱围堰的定位桩，一般可利用正式桩，也可在基桩范围外另打定位桩，利用吊装后的吊箱围堰搭设工作平台，再进行桩基施工。

- 4) 应做好围堰吊装前各项准备工作。测量墩、台纵、横中心线和每根基桩中心线及高程用的工作平台, 应稳定、安全、拆装方便, 满足高精度测量工作需要。围堰定位桩顶, 应按围堰安装要求认真修整, 满足安装需要。
- 5) 吊箱围堰水下封底混凝土厚度, 应按抽水时围堰不上浮原则计算确定, 一般不宜小于 1 m, 浇筑混凝土宜采用多导管对称、分块进行施工。浇筑承台混凝土时, 也应采取对称、水平分层进行连续施工。
- 6) 吊箱围堰拼装、就位质量应符合下列规定:
 - ① 内侧平面尺寸偏差应不大于长、宽的 1/700, 做承台外模时, 在承台范围不小于设计尺寸。
 - ② 内侧平面对角线偏差应不大于对角线长度的 1/500。
 - ③ 底板预留孔位偏差为 ± 20 mm 结构接缝满足水密要求。
 - ④ 围堰整体最大倾斜度应不大于箱体高的 1/50, 且承台顶面处基础边缘距设计中心线尺寸偏差 50 mm; 箱体高程满足设计要求。
 - ⑤ 围堰中线扭转角应不大于 1° 。
 - ⑥ 围堰做承台外模时, 中轴线偏位应不大于 15 mm。

3.2.4 桩基础的质量标准

1 沉桩质量标准

- 1) 预制桩的钢筋骨架应符合表 3.2.4—1 的规定, 钢筋原材料、加工及安装质量等应符合相关施工技术标准的有关规定。

表 3.2.4—1 预制桩的钢筋骨架允许偏差

序 号	项 目	允 许 偏 差
1	主筋间距	± 5 mm
2	桩尖对中轴线的位移	5 mm

续表 3.2.4—1

序 号	项 目	允 许 偏 差
3	箍筋间距或螺旋筋的螺距	$\pm 10 \text{ mm}$
4	吊环对桩中轴线的位移	20 mm
5	吊环沿垂直于轴线方向的位移	20 mm
6	吊环露出桩表面的高度	$\pm 10 \text{ mm}$
7	主筋顶端与桩顶净距	$\pm 5 \text{ mm}$
8	桩顶钢筋网片的位移	5 mm
9	钢筋与模板距离 (钢筋保护层厚度)	$+5_0 \text{ mm}$

2) 预制桩的混凝土强度应满足设计要求, 桩身尺寸应符合表 3.2.4—2 的规定, 桩的外观应符合下列要求:

表 3.2.4—2 预制桩身尺寸允许偏差

序 号	项 目		允 许 偏 差	
1	实 心 方 桩	横截面边长	+5 0 mm	
		桩顶对角线	±10 mm	
		桩尖对中轴线的位移	5 mm	
		桩 身	弯曲矢高	≤20
			矢高与桩长比	≤1‰
		桩顶平面对桩纵轴线的倾斜	3 mm	
		中节桩两个接触面对桩纵轴线的倾斜之和	3 mm	
2	空 心 管 桩	直 径	±5 mm	
		管 壁 厚	+5 0 mm	
		抽芯圆孔平面位置对桩中轴线的位移	5 mm	
		桩尖对桩纵轴线的位移	5 mm	
		桩 身	弯曲矢高	≤20 mm
			矢高与桩长比	≤1‰
		法兰盘对桩纵轴线不垂直度的高差	3 mm	

- ① 桩的麻面深度不大于 10 mm。
 - ② 桩的棱角碰损深度应在 10 mm 以内，其总长度不大于 40 mm。桩顶和桩尖均不应有蜂窝和碰损，桩身不得有钢筋露出现象。
 - ③ 预应力混凝土桩不得有裂缝。普通钢筋混凝土桩身允许有表面裂纹，其横向裂纹深度不大于 7 mm，裂缝宽度不得大于 0.15 mm；横向裂缝长度：方桩不大于边长的 1/3，管桩不大于直径或对角线的 1/3；纵向裂纹长度：方桩不大于桩长的 1.5 倍，管桩不大于直径或对角线的 1.5 倍。
- 3) 沉桩质量应符合表 3.2.4—3 的规定，承台底平面桩位偏差应符合表 3.2.4—6 的规定。桩的承载力应满足设计要求。

表 3.2.4—3 沉桩允许偏差

序 号	项 目			允 许 偏 差
1	桩 位	群 桩	中 间 桩	$D/2$ 且 不 大 于 250 mm
			外 缘 桩	$D/4$
		排 架 桩	顺 桥 方 向	40 mm
			垂 直 桥 轴 方 向	50 mm
2	桩 尖 高 程			满 足 设 计 要 求
	贯 入 度			满 足 设 计 要 求
3	倾 斜 度	直 桩		1%
		斜 桩		$0.15 \cdot \tan \theta$

注：1 D 为桩径或短边；
2 θ 为斜桩轴线与垂线间的夹角。

2 钻孔桩质量标准

- 1) 钻孔到达设计高程后，应复核地质情况和桩孔位置，应用检孔器检查桩孔孔径和孔深，施工偏差应符合表

3.2.4—4 的规定。

表 3.2.4—4 钻孔桩钻孔允许偏差

序 号	项 目		允 许 偏 差
1	孔 径		不小于设计孔径
2	孔 深	摩 擦 桩	不小于设计孔深
		柱 桩	不小于设计孔深, 并进入设计土层
3	孔位中心偏心	群 桩	$\leq 100 \text{ mm}$
4	倾 斜 度		$\leq 1\%$ 孔深
5	浇筑混凝土前 桩底沉渣厚度	摩 擦 桩	$\leq 200 \text{ mm}$
		柱 桩	$\leq 50 \text{ mm}$

- 2) 钻孔桩的钢筋骨架制作、安装质量应符合表 3.2.4—5 的规定。混凝土强度应满足设计要求, 每根基桩应制作不少于 2 组混凝土抗压强度试件, 应按相关施工技术标准的相关规定检验混凝土强度; 每根基桩均须采用无损法检测混凝土浇筑质量, 发现桩的质量有异常现象或设计有要求时, 应钻取混凝土芯样进行检查, 对柱桩并应钻到桩底以下 0.5 m。钻孔桩承台底平面桩位偏差, 应符合表 3.2.4—6 的规定。

表 3.2.4—5 钻孔桩钢筋骨架允许偏差

序 号	项 目	允 许 偏 差
1	钢筋骨架在承台底以下长度	$\pm 100 \text{ mm}$
2	钢筋骨架直径	$\pm 10 \text{ mm}$
3	主钢筋间距	$\pm 10 \text{ mm}$
4	加强筋间距	$\pm 20 \text{ mm}$
5	箍筋间距或螺旋筋间距	$\pm 20 \text{ mm}$
6	钢筋骨架垂直度	骨架长度 1%

表 3.2.4—6 承台底平面桩位允许偏差

序 号	项 目	允 许 偏 差
1	上面盖有帽梁的排架桩	垂直帽梁的轴线
		沿帽梁的轴线
2	3—20 根桩基中的桩	$0.5D$
3	桩数多于 20 根以上桩基中的桩	最外边的桩
		中间的桩
		与承台边缘的净距

注：1 D 为桩径或短边；

2 α 为桩纵轴线与垂直线的夹角。

3 桩基承台质量标准

- 1) 承台施工前应检查并记录每根基桩在承台底平面的位置和桩身倾斜度。承台底平面桩位偏差应符合表 3.2.4—6 的规定。
- 2) 承台混凝土强度应满足设计要求，混凝土表面应平整光滑，不得有蜂窝、麻面和露筋，钢筋保护层厚度不小于设计要求。承台各部位偏差应符合表 3.2.4—7 的规定。

表 3.2.4—7 承台各部位允许偏差

序 号	项 目	允 许 偏 差
1	尺 寸	$\pm 30 \text{ mm}$
2	顶面高程	$\pm 20 \text{ mm}$
3	轴线偏位	15 mm
4	前、后、左、右边缘距设计中心线尺寸	$\pm 30 \text{ mm}$

3.3 沉井基础

3.3.1 一般规定

1 沉井施工前，应按具体地质情况制订下沉方案。在堤防、建筑物附近下沉沉井时，应按照设计文件的防护设计及所制订的安全措施施工，并注意观察。为保证沉井的侧壁固结力，沉井施工不得采用泥浆润滑套下沉方法。

2 沉井施工，应对洪汛、凌汛、河床冲刷、通航、漂流物、山洪及泥石流等情况，作好调查研究。在施工中应制订相应的安全措施。

3.3.2 沉井施工应符合下列规定：

1 制作沉井处的地面及岛面承载力应满足设计要求。地面以下的软弱地层，若不能满足承载力的要求时，应采取换填、打砂桩、填筑反压土体等加固措施。

2 筑岛应符合下列规定：

- 1) 筑岛材料应用透水性好、易于压实的土（砂类土、砾石、较小的卵石），且不应含有影响岛体受力及抽垫下沉的块体（包括冻块）。
- 2) 筑岛的尺寸，应满足沉井制作及抽垫等施工的要求。无围堰筑岛护道宽度，不宜小于 2 m，临水面坡度，可采用 1:2。有围堰的筑岛，决定护道宽度时，应满足沉井重量等荷载产生的对围堰侧压力的要求。
- 3) 岛面应高出施工水位 0.5 m 以上。有流冰时应适当加高。
- 4) 在斜面或软下卧层上筑岛，必须考虑土体稳定。

3 采用土内模支承和采用模板及支垫支承制作底节沉井以及沉井抽垫，均应符合相关施工技术标准的有关规定。

3.3.3 沉井下沉

1 沉井下沉应符合下列规定：

- 1) 沉井应连续下沉，减少中途停顿的时间。下沉过程中应掌握土层情况，做好下沉记录，随时分析判断土层摩阻力与沉井重量的关系，选用最有利的下沉方法。

- 2) 沉井下沉时, 应防止内隔墙受到支承。井内除土应先从中间开始, 对称、均匀地逐步向刃脚处挖土。排水下沉的底节沉井, 支承位置处的土应在分层除土中最后同时挖除。
- 3) 下沉初期及下沉过程中应随时调整倾斜和位移。应按土质、沉井大小和入土深度等, 控制井内除土深度和井孔间的土面高差。
- 4) 弃土不应靠近沉井或污染环境。在水中下沉时, 应检查河床因冲、淤引起的土面高差, 必要时应对河床面采取防护措施或利用出土调整。
- 5) 在不稳定的土层或砂土中下沉时, 应保持井内水位高于井外水位, 防止大量翻砂。

2 沉井接高应符合下列规定:

- 1) 沉井接高前应尽量调平。接高时, 井顶露出水面不应小于 1.5 m, 露出地面不应小于 0.5 m。接高上节沉井模板时, 支撑不得直接撑在地面上, 并应考虑沉井因接高加重下沉时, 模板支撑不致接触地面。
- 2) 应防止沉井在接高加重时突然下沉或倾斜, 必要时应在刃脚下回填或支垫。接高时应均匀加重。
- 3) 接高后的各节沉井中轴线应为一直线。
- 4) 混凝土施工接缝应按设计要求布置接缝钢筋, 清除浮浆并凿毛。

3 纠正沉井倾斜和位移应按以下规定进行:

- 1) 纠偏前应先摸清情况, 分析原因, 然后采取相应措施。如有障碍物, 应首先排除。
- 2) 纠正倾斜时, 可采取偏除土、偏压重、顶部施加水平力或刃脚下支垫等方法进行。
- 3) 纠正位移时:

① 如沉井倾斜方向有利于纠正位移时, 则继续下沉,

待沉井底面中心接近设计中心，再纠正倾斜。

- ② 如沉井垂直或沉井倾斜方向不利于纠正位移时，则沉井应先调至有利方向倾斜下沉，直至沉井符合要求。

4 沉井下沉排除障碍物可按下列方法进行：

- 1) 遇孤石时可采取潜水员水下排除、爆破等方法。在水下爆破时，每次总药量不应超过 0.2 kgTNT 当量。井内无水时，通过计算后，可适当加大药量。
- 2) 遇铁件时，可采取水下切割排除。
- 3) 施工前已经查明在沉井通过的地层中，夹有胶结硬层时，可采取钻孔投放炸药爆破的办法预先破碎硬层。

5 沉井顶围堰的施工规定可以按照铁道部现行桥涵施工标准的有关规定执行。

3.3.4 沉井基础清理、封底及浇筑

1 不排水的情况下清理基底时，应符合下列规定并填写检查记录：

- 1) 沉井下沉至设计高程后基底面地质应满足设计要求，如有不符须做处理时，其方法应征得设计单位同意，必要时取样检查。
- 2) 基底土面或岩面应尽量整平。基底面距隔墙底面的高度和刃脚斜面露出的高度，应满足设计规定的最小高度。
- 3) 基底浮泥或岩面残存物（风化岩碎块、卵石、砂等）均应清除，封底混凝土与基底间不得产生有害夹层。清理后的有效面积（即沉井底面积扣除在刃脚斜面下一定宽度内不可能完全清除干净的面积）不得小于设计要求。
- 4) 隔墙底部及封底混凝土高度范围内井壁上的泥污应清除。

2 沉井采用水下混凝土封底时应符合本技术指南第 3.2 节的有关规定。

3 沉井应在封底混凝土强度满足受力要求后方可抽水浇筑填充混凝土。

3.3.5 沉井施工质量控制标准

1 沉井制作尺寸的允许偏差应符合下列规定：

- 1) 长、宽： $\pm 0.5\%$ ， $\leq \pm 10\text{ cm}$ 。
- 2) 曲线半径： $\pm 0.5\%$ ， $\leq \pm 5\text{ cm}$ 。
- 3) 对角线： $\pm 1\%$ 。
- 4) 壁厚：混凝土、片石混凝土， $\pm 4\text{ cm}$ ；钢筋混凝土， $\pm 1.5\text{ cm}$ 。
- 5) 每节沉井平面尺寸不应大于刃脚处的平面尺寸。井壁表面不应向外凸出或向外倾斜。
- 6) 钢沉井制作尺寸的允许偏差应按设计要求而定。

2 沉井清基后位置的允许偏差：

- 1) 沉井底面平均高程应符合设计规定；
- 2) 沉井的最大倾斜度不得大于沉井高度的 $1/50$ ；
- 3) 沉井顶、底面中心与设计中心在平面纵横向的位移（包括因倾斜而产生的位移）均不得大于沉井高度的 $1/50$ ；
- 4) 矩形、圆端形沉井平面扭角允许偏差值：就地制作的沉井为 1° 。

4 墩 台

4.1 墩 台 身

4.1.1 墩台身施工前，应将基础顶面浮浆凿除，冲洗干净，整修连结钢筋。并在基础顶面测定中线、水平，标出墩台底面位置。

4.1.2 墩台身模板及支架应有足够的强度、刚度与稳定性。模板宜采用大块钢模板。模板接缝应严密，不得漏浆。

4.1.3 墩台身模板采用整体吊装时，其吊装高度视吊装能力并结合墩台施工分段而定，一般宜为 2~4 m，并应有足够的整体性与刚度。

4.1.4 墩台身钢筋的加工安装、混凝土的施工、养护和拆模等应符合相关施工技术标准和铁道部颁布的有关客运专线铁路高性能混凝土技术条件的相关规定。接地钢筋的安装应符合设计要求。

4.1.5 浇筑混凝土时，应经常检查模板、钢筋、沉降观测点及预埋部件的位置和保护层的尺寸，确保其位置正确不发生变形。

4.1.6 墩台身混凝土宜一次连续浇筑。当分段浇筑时，施工接缝应符合相关施工技术标准的相关规定。

4.1.7 墩台顶帽施工前后均应复测其跨度及支承垫石高程。施工中应确保支承垫石钢筋网及锚栓孔位置正确，垫石顶面平整，高程符合设计要求。

4.1.8 墩台施工完毕，应对全桥进行中线、水平及跨度贯通测量，并标出各墩台的中心线、支座十字线、梁端线及锚栓孔位置。暂不架梁的锚栓孔或其他预留孔，应排除积水将孔口封闭。

4.1.9 墩台施工允许误差，除设计有特殊规定外，应符合表 4.1.9 的规定。

表 4.1.9 墩台施工允许偏差

序 号	项 目	允 许 偏 差
1	墩台前后、左右边缘距设计中心线尺寸	$+20$ 0 mm
2	简支梁与连续梁	支承垫石顶面高程
	每孔（每联）梁一端两支承垫石顶面高差	0 -3 mm 3 mm

4.1.10 浇筑大体积混凝土结构（或构件最小断面尺寸在300 mm以上的结构）前，应根据结构截面尺寸大小预先采取必要的降温防裂措施，如搭设遮阳棚、预设循环冷却水系统等。

4.2 锥体填筑

4.2.1 锥体填筑前应对原地面进行处理、压实，并准确放样。

4.2.2 锥体填筑材料应满足设计要求。

4.2.3 锥体应与桥台过渡段同步施工。施工中应采用机械分层填筑压实。锥体填筑的检查项目和标准应与相邻路堤标准一致。

4.3 桥台的排水及防护

4.3.1 桥台顶道碴槽面应做好防水层、保护层与排水坡度，平顺无凹坑。

4.3.2 桥台采用预埋泄水管向台外排水时，应符合下列规定：

1 铸铁管或钢管内外面均应除铁锈污斑，并涂沥青防锈，管身坡度不得小于 3%；

2 进水口应设有孔铁板（铁篦子），两面均应涂沥青；

3 管口应伸出桥台侧面（底面）一段距离；

4 防水层与泄水孔必须衔接良好。

4.3.3 桥台背后及两侧防水层应按设计要求设置。

4.3.4 锥体护面施工须挂线，砌面要平顺。砌筑时不允许边砌边补土。

4.3.5 锥体护面铺砌应自下而上分段进行。反滤（垫）层应按规定分层做好，并应边做反滤（垫）层边砌筑，同时做好沉降缝和泄水孔。

4.3.6 导流建筑物应与路基、桥涵工程通盘考虑施工，并符合下列要求：

1 不得在导流建筑物范围内取土、弃土破坏排水系统。

2 砌筑用料应符合设计要求，当设计未要求时，应符合铁道部现行《铁路混凝土与砌体工程施工规范》(TB10210)有关规定。

3 导流建筑物的填土密实度应达到设计要求。

4.3.7 锥体护坡或导流堤施工允许偏差应符合表 4.3.7 的规定。

表 4.3.7 锥体护坡或导流堤施工允许偏差

项 目	允 许 偏 差
顶面高程	± 50 mm
表面平整度	30 mm
坡 度	不陡于设计要求
厚 度	不小于设计要求
底面高程	± 50 mm
反滤层厚度	不小于设计要求

5 桥位制梁

5.1 膺架浇筑

5.1.1 膺架法一般适用于地基条件较好，跨越旱地或浅水河流且桥墩高度较低的简支梁、连续梁、连续刚构梁。

5.1.2 膺架结构所用材料应为钢结构，构件应符合国家有关部门的有关标准和要求。

5.1.3 膺架类型经技术经济比较选用其结构型式。一般应根据桥的长度、桥下净空、膺架基础类型、通车通航要求及各种定型尺寸及受力性能条件确定。

5.1.4 膺架基础必须具有足够承载力，不得出现不均匀沉降。其基础类型、面积和厚度应根据膺架结构型式、受力情况、地基承载力等条件确定。同时必须做好地面的排水处理，设置排水沟。

5.1.5 膺架结构应具有足够的承载力和整体稳定性；对膺架的承载力和稳定性必须进行检算。膺架设计检算应考虑以下荷载：梁体、模板、膺架的重量；施工荷载；风荷载；冬季施工还应考虑雪荷载和保温养护设施荷载；水中施工还应考虑流水侧压力。膺架杆件应力安全系数应大于 1.3，稳定性安全系数应大于 1.5。

5.1.6 膺架法施工应根据检算的变形量，预留适当的沉落量和施工预拱度，确保梁体线型符合设计要求。

5.1.7 膺架宜采用等载预压消除部分变形，观测沉落量。

5.1.8 简支梁采用膺架法施工时，可根据地形条件，选择原位浇筑、高位浇筑或旁位浇筑。选用高位或旁位浇筑的膺架，应根据梁体在张拉及落梁过程中，膺架承受荷载的不同，分别对膺架

结构进行检算。

5.1.9 膺架安装结束，经检查符合设计要求后，方可进行模板安装。

5.1.10 模板的加工安装、拆除；钢筋的加工、架立；混凝土的浇筑、养生应符合本技术指南第 6 章的有关规定。

5.1.11 梁底模及膺架卸载顺序，应严格按照从梁体挠度最大处膺架节点开始，逐步卸落相邻节点，当达到一定卸落量后，膺架方可脱落梁体。

5.1.12 支座的安装应符合本技术指南第 11 章有关规定。

5.1.13 膺架浇筑法制梁的质量控制应符合本技术指南第 6.1.12 条的规定。

5.2 连续梁、连续刚构的悬臂浇筑

5.2.1 施工挂篮结构主要分为两大部分：上部为悬臂吊架，支承于已浇筑梁段的顶面；下部为模板及支承平台；上、下部间由吊杆连结而成。

5.2.2 挂篮的设计除应符合强度、刚度及稳定性要求外，尚应满足下列要求：

- 1** 悬臂吊架应有向前走行（滑移）设备；
- 2** 施工挂篮行走时其抗倾覆稳定系数不小于 2；
- 3** 挂篮总重量的变化，不应超过设计重量的 10%；
- 4** 浇筑悬臂梁段时，可将后端临时锚固在已浇筑的梁段上；
- 5** 支承平台后端横梁，可锚固于已浇筑梁段底板上；
- 6** 挂篮吊架在浇筑梁段中所产生变形的调整，可采用调整前吊杆高度办法，也可采用预压配重调整办法。

5.2.3 模板宜采用钢模，内模应根据断面浇筑方法进行设计。端头模板制作与安装必须正确、牢固。

5.2.4 预应力孔道的材质及位置应符合设计及本技术指南第 6 章的要求。

- 5.2.5** 墩顶梁段可采用托架或膺架施工。
- 5.2.6** 挂篮出厂前应作载重试验，以测定挂篮前端各部件的变形量，消除其永久变形。挂篮现场组拼后，应全面检查安装质量。
- 5.2.7** 悬臂梁段在浇筑前后和预应力张拉前后应按设计要求进行严格的梁体线型控制，控制标准应符合本技术指南表 5.2.18 的规定。
- 5.2.8** 浇筑箱型断面梁段混凝土，应按设计要求办理。刚构悬臂端的牛腿梁段，应一次全断面浇筑。
- 5.2.9** 混凝土配合比，浇筑顺序及振捣方法，应严格按施工工艺操作。梁段浇筑应自悬臂端向后分层浇筑振捣。使用插入式振捣器时，不得碰损制孔管道及钢筋骨架。
- 5.2.10** 混凝土养护应符合本技术指南第 6.1.6 条的有关规定。蒸汽养护罩的设计应与挂篮设计统一考虑。
- 5.2.11** 梁段预应力张拉应符合本技术指南第 6.1.8 条的规定。
- 5.2.12** 每一梁段张拉完毕，即应进行压浆，对互相串通的孔道，则待串通的孔道全部张拉完毕后，同时进行压浆。
- 5.2.13** 张拉竖向预应力筋时，孔道压浆应符合本技术指南 6.1.9 条的规定。如预应力筋为螺纹钢筋时，千斤顶的张拉头应拧入钢筋螺纹的长度不得小于 40 mm，一次张拉至控制吨位，持续 1~2 min，并实测伸长量作为校核，然后拧紧螺帽锚固。
- 5.2.14** 竖向孔道压浆，应由下端进浆孔压入，压力应达到 0.3~0.4 MPa，上升不宜太快，待顶部出浆槽口流出浓浆后，堵死槽口，然后关闭压浆阀。
- 5.2.15** 合龙前应调整中线和高程，连续梁将合龙一侧的临时固定支座释放，同时将两悬臂端间距离按设计合龙温度及预施应力后弹性压缩换算后进行约束锁定。
- 5.2.16** 合龙段混凝土施工应选择一天中温度最低的时间进行。混凝土等级宜高于梁体混凝土一个等级。混凝土应加强养

护, 梁体受日照部分必须加以覆盖。

5.2.17 梁跨结构体系转换应在合龙段纵向连续预应力束张拉并压浆完成后进行。支座反力调整应满足设计要求。

5.2.18 悬臂浇筑法制梁质量控制标准

1 悬臂浇筑梁段施工允许偏差应符合下列要求:

- 1) 混凝土强度应符合设计要求;
- 2) 桥梁轴线偏位: $\pm 10 \text{ mm}$;
- 3) 桥梁顶面高程: $\pm 10 \text{ mm}$;
- 4) 钢筋骨架制作及安装的允许偏差应符合本技术指南表 6.1.3—1 及表 6.1.3—2 的有关规定;
- 5) 梁体预留管道的允许偏差应符合本技术指南表 6.1.12—1 的有关规定;
- 6) 其余项目的允许偏差应符合本技术指南表 6.1.12—2 的有关规定;
- 7) 支座安装允许偏差应符合本技术指南表 11.3.1 的有关规定。

2 预应力混凝土连续箱梁外形尺寸的允许偏差应符合表 5.2.18 的规定:

表 5.2.18 预应力混凝土连续箱梁外形尺寸允许偏差

序号	项 目	允 许 偏 差
1	梁 全 长	$\pm 30 \text{ mm}$
2	边孔梁长	$\pm 20 \text{ mm}$
3	各变高梁段长度及位置	$\pm 10 \text{ mm}$
4	边孔跨度	$\pm 20 \text{ mm}$
5	梁底宽度	$+10$ -5 mm
6	桥面中心位置	10 mm
7	梁 高	$+15$ -5 mm
8	挡碴墙厚度	$+10$ -5 mm

续表 5.2.18

序号	项 目		允 许 偏 差
9	表面垂直度		每 m 不大于 3 mm
10	底板厚度		$+10$ 0 mm
11	腹板厚度		$+10$ 0 mm
12	顶板厚度		$+10$ -5 mm
13	桥面高程		± 20 mm
14	桥面宽度		± 10 mm
15	平 整 度		5 mm
16	构造钢筋保护层		$+5$ 0 mm
17	腹板间距		± 10 mm
18	支 座 板	四角高度差	1 mm
		螺栓中心位置	2 mm
		平 整 度	2 mm

5.3 移动支架悬臂拼装

5.3.1 移动支架的结构组成包括主桁结构、前支腿、中支腿（附牵引主梁前移设备）、后支腿、起重小车、液压系统及电控等部件组成。为配合移动支架悬臂拼装预制节段，还需配备以下设备：提升站（龙门吊机）、运梁台车、临时运输轨道和张拉千斤顶等。

5.3.2 移动支架的拼装应根据桥位实际地形采用在台后路基上组拼或搭设临时支墩直接组拼。

5.3.3 拼装节段的预制可参照本技术指南第 6 章的有关内容办理。

5.3.4 移动支架前移到位，墩上的“0”号段已现浇完成且预制的桥梁节段满足悬臂拼装要求后方可进行悬臂拼装桥梁节段。“0”段与墩顶的临时固结必须满足设计要求。

5.3.5 梁体其余预制节段的悬臂拼装

1 拼装前应计算梁体实际安装线形、修整预制节段的匹配面、确定环氧树脂胶结料配方。

2 悬臂拼装宜按以下步骤进行：梁体节段就位、预拼——匹配面涂胶——胶拼——张拉悬臂预应力束和压浆——起重钢丝绳松钩，继续下一节段施工——测量线形。

3 当跨最后一个节段拼装完成后，即进行合龙，合龙混凝土在吊架上现浇。其合龙步骤宜为：

- 1) 安装合龙段吊架、模板、钢筋及体外劲性钢骨架；
- 2) 张拉临时预应力束；
- 3) 选择合适的温度浇筑合龙段混凝土；
- 4) 混凝土达到设计强度后解除墩梁临时固结，落梁；
- 5) 张拉合龙预应力束，孔道压浆。

4 一跨合龙后造桥机前移，进行下一跨的施工，按设计要求逐跨合龙，直至施工完成。

5 当实测线形与计算值有差别时，则需在下一节段进行调整。调整主要为中线调整和高程调整两个方面。

- 1) 调整前必须先计算出最后一个节段的调整值与本节段的线形关系，计算出调整值；调整应分次进行，直至满足设计要求。
- 2) 调整措施可采用环氧树脂净浆浸透的不含浸透脂的石棉网布，按楔点法进行操作。

5.3.6 悬臂拼装的质量要求应符合本技术指南第 5.2 节的相关规定。

5.4 连续梁顶推

5.4.1 预应力混凝土连续梁采用顶推方式架设时，施工前应编制实施性施工组织设计和施工辅助结构设计，其内容应符合下列规定：

- 1 预应力混凝土梁顶推方案应根据设计文件的指导性施工

组织设计及梁体长度、重量确定，桥跨不多的可一次顶推到位，桥跨多的可分联顶推。

2 根据顶推方案及桥墩允许水平力选择顶推方案，可选单点顶推或多点顶推。

3 根据顶推方案、顶推方式和一次顶推长度进行制梁台座、导梁、临时墩、滑道、顶推千斤顶及其油路等施工辅助结构的设计。

4 施工现场的布置及墩台的施工顺序应和预应力混凝土梁顶推顺序相适应。

5.4.2 预应力混凝土梁顶推前应编制施工工艺和安全操作细则，建立质量监控和质量保证体系。

5.4.3 制梁台座主要用于升、降底模和支撑梁体，并作为滑道使用。可布置在台后或引桥的墩台附近，亦可设于桥梁中部。台座基础应为刚性基础，同时应设有防水和排水设施。使用前应进行预压，沉降量和四角高差不大于 1 mm。

制梁台座和底模中心线与桥梁中心线的偏差不大于 1 mm。

底模和制梁台座应密贴，其顶面高程的偏差不大于 1 mm。

支承点上滑道顶面高程的偏差不大于 1 mm。

5.4.4 梁体制造长度应考虑预应力混凝土的弹性压缩、收缩、徐变的影响，并进行调整。

5.4.5 导梁一般为钢导梁，在分联顶推时，根据设计设置后导梁，其与顶推梁的连接方式应符合设计规定。

当用连接件连接时，应先将导梁全部拼装与连接件相连接后，再浇筑混凝土，当用预应力筋连接时，预应力筋的张拉应按有关规定进行。

导梁的底面应平顺、无棱角、毛刺。中心线、平面、高程的偏差均不大于 1 mm。

当导梁前端挠度过大时，可在前方墩顶设置接引千斤顶。

5.4.6 顶推梁的浇筑除应符合本技术指南第 6 章的有关规定外，

尚应符合下列规定：

1 梁段连接处的接头，应将前段梁段接触面凿毛并清洗干净，并按设计连接纵向钢筋。

2 接头处成孔橡胶管伸入前段梁段内的长度不小于 30 cm，波纹管伸入前段梁内的长度不小于 5 cm，并采取措施固定定位网。

5.4.7 台座及墩顶应设有导向装置和保险千斤顶，梁体在顶推过程中不得产生偏移和倾斜。

5.4.8 采用多点顶推时，可按主顶和助顶相结合的形式顶推，助顶的顶推力保持恒定不变，不足的顶推力由主顶调整补充。

5.4.9 顶推力的大小，根据梁体重量和摩擦系数计算确定，摩擦系数根据滑块和滑道的材料通过试验确定。顶推设备的能力应不小于计算顶推力的两倍。顶推用的千斤顶，应优先使用连续千斤顶，使用前应校正。

5.4.10 顶推可用粗钢筋或钢绞线作牵引拉杆，与相应的锚具、水平穿心式千斤顶等配合进行牵引。牵引拉杆一端临时锚固于梁体，一端由置于前方墩顶的水平穿心式千斤顶张拉，牵引梁体前移。

5.4.11 预应力混凝土梁的顶推坡度应与桥梁设计坡度一致。随梁体前移，水平穿心式千斤顶相应移动。

5.4.12 顶推作业在梁体预应力筋张拉后进行，并符合下列规定：

1 全部作业必须在统一指挥下进行。

2 开始顶推前先少量推进，回油后再逐级加力顶推。

3 随梁体的顶推应及时续进滑块，一个滑道至少有两块滑板受力。

4 顶推时应及时对导梁、桥墩、临时墩、滑道、梁体位置等进行观测，当出现下列现象时应暂停顶推：

1) 梁段偏离较大；

2) 导梁杆件变形、螺栓松动、导梁与梁体连接有松动和

变形；

- 3) 未压浆的预应力筋锚具松动；
- 4) 牵引拉杆变形；
- 5) 桥墩（临时墩）变形超过计算值；
- 6) 滑道有移动；
- 7) 需要倒顶时。

5.4.13 顶推接近到位时，如前方已有先架设的梁，应及时拆除导梁，或将导梁移到梁顶，在先架设的梁顶设置接引千斤顶和滑动支座。

到位后，应拆除临时预应力束，并按设计顺序张拉后期预应力筋和压浆，再顶起梁体、拆除滑道和安放正式支座。起顶时，起顶高度及起顶力应根据计算确定，需要时，前、后临近墩可同时起顶，两侧起顶高差不大于 1 mm。

5.4.14 预应力混凝土连续梁顶推施工的允许偏差应符合表 5.4.14 的规定。成桥线型应符合设计要求。

表 5.4.14 预应力混凝土连续梁顶推就位允许偏差

序 号	检 查 项 目	允 许 偏 差
1	梁体中线与桥梁线路设计中心线偏移	$\pm 2 \text{ mm}$
2	固定支座处支承中心里程与设计里程纵向偏差	$\pm 15 \text{ mm}$
3	同墩两侧梁底面高差	$\pm 1 \text{ mm}$
4	相邻墩处梁底面标高偏差	$\pm 2 \text{ mm}$
5	梁段尾部的梁端面不垂直度	不大于 $1/1000$ 梁高

5.4.15 顶推连续箱梁外形尺寸的允许偏差应符合表 5.2.18 的规定。

5.5 先简支后连续箱梁

5.5.1 先简支后连续梁的施工顺序应严格按照设计规定执行。

全桥线型的控制应根据连续梁成桥后全桥线型的布置，依照体系转换前后全桥线型的变化，算出每跨处于简支状态时的梁体线型。

5.5.2 简支的预应力混凝土箱梁按设计要求架设在桥墩上，端跨简支梁远端支座可采用永久支座或临时活动支承，中支座、中跨简支梁两端临时支承均应为临时活动支承。临时支承的中心线应与箱梁腹板中心线重合。

5.5.3 临时支承可采用布设钢筋网的 C40 混凝土垫块或砂箱，其顶面高差必须不大于 2 mm。临时支承垫块顶上布置不锈钢板、聚四氟乙烯板。聚四氟乙烯板顶上可布置钢板或直接为梁体。

5.5.4 对简支梁的施工要求见本技术指南有关章节，需对接的梁端预留孔道位置偏差应不大于 4 mm。

5.5.5 连续梁中支点处的永久支座应在设置湿接头底模之前安装。支座与梁体的连接应符合设计要求。支座安装的允许偏差应符合本技术指南第 11 章的规定。

5.5.6 简支梁需对接的梁端端面混凝土应凿毛。正确安装永久支座及核对或调整简支梁位置及高程后，方可进行连续梁中支点接合处立模、孔道连接、钢筋绑扎、浇筑中支点接合处混凝土。

5.5.7 连续梁中支点接合处模板必须具有足够的强度及刚度，与混凝土接触面必须密贴平整并具有一定搭接长度。底模尤需保证梁体线型的平顺，接缝严密不漏浆。

5.5.8 连续梁中支点接合处的混凝土、钢筋、波纹管等各项原材料的检验要求应符合本技术指南第 6.1 节的规定。

5.5.9 连续梁中支点接合处波纹管与简支梁预应力管道接口处应密封不漏浆，并保证波纹管管道顺直，各向位置偏差不大于 4 mm。必要时可增设与波纹管牢固连接的定位网。

5.5.10 连续梁中支点接合处钢筋绑扎和接头应符合本技术指南第 6 章和相关施工技术标准的有关规定。

5.5.11 连续梁中支点接合处湿接头的混凝土应选择温度变化最

小时浇筑，并在初凝之前浇筑完毕。坍落度宜控制在 12~14 cm，当坍落度低于 12 cm 时，应加密振捣棒插点。混凝土在运输过程中不应发生离析、漏浆、严重泌水及坍落度损失过多等现象。现场浇筑时不得出现混凝土的离析、分层。混凝土在倾注高度超过 2 m 时应采用滑槽、串筒等导向减速。

5.5.12 连续梁中支点接合处湿接头混凝土强度达到设计强度的 80% 和规定的弹性模量后，方可进行顶板预应力钢筋和通长预应力钢筋的张拉。中支点处顶板预应力钢筋应按设计对称张拉。通长预应力钢筋也应对称张拉。

5.5.13 按设计要求，连续梁部分预应力钢筋张拉后，应即拆除临时支承，完成体系转换。

5.5.14 多跨先简支后连续箱梁的体系转换顺序应满足设计要求。

5.5.15 先简支后连续箱梁的质量控制标准：简支梁阶段的质量要求应符合本技术指南第 6 章有关规定；连续梁完成体系转换后的质量要求应符合本技术指南第 5.2 节有关规定。

5.6 移动模架造桥机制梁

5.6.1 支架在梁体下面支承的下承式移动模架造桥机适用于现场浇筑预应力混凝土简支或连续箱梁。其外模、底模和支架及导梁可纵向移动，如用于连续梁则可一次浇筑数孔，以减少移支架次数，加快制梁进度。其内模则可收缩后从箱室内逐节退出。

5.6.2 移动模架包括支承台车、主梁、底模、侧模和模板调整机构，还包括导梁、墩旁托架、辅助门吊和内模及内模小车等。增加中段移动模架钢箱梁的孔跨数即可用于连续梁。

5.6.3 移动模架造桥机制梁的主要工艺流程如下：

- 1 安装墩旁托架；
- 2 安装造桥机，上、下游移动模架同步横移合龙；
- 3 调整底、外模及梁底预拱度；

- 4 安放支座，吊放底板和腹板钢筋骨架；
- 5 安装内模、吊放顶板钢筋骨架；
- 6 浇筑梁体混凝土，养护；
- 7 张拉，脱模，模架横移分开；
- 8 利用造桥机辅助门吊，倒换、安装前方墩旁托架；
- 9 造桥机纵移过墩到位，同步横移合龙模架；

10 进入前一孔梁的循环。待前孔梁底板钢筋扎好后，内模用小车移到前孔梁。

5.6.4 移动模架造桥机制梁的钢筋宜与预应力筋管道一起扎成骨架整体吊放。

5.6.5 梁体混凝土宜采用蒸汽养护。当采用蒸汽养护时，其养护程序应符合铁道部颁布的有关客运专线铁路高性能混凝土技术条件的有关规定。

5.6.6 移动模架造桥机的底模应设置预拱度。此预拱度应计入造桥机主梁荷载作用后的弹性变形影响。此弹性变形应根据混凝土实际容重计算并结合有关实验数据修正后得出。

5.6.7 移动模架造桥机制梁的活动支座安装，除应按铁道部现行《铁路架桥机架梁规程》(TB 10213—99)第 5.6.3 条根据温度变化和混凝土梁的收缩徐变调整上下座板的相对位置外，还应计入设计单位提供的梁体混凝土在预应力作用下的梁长压缩量。支座施工的其他要求应符合本技术指南第 11 章的相关规定。

5.6.8 移动模架造桥机梁体混凝土宜采用泵送混凝土连续浇筑，并应在初凝时间内一次浇筑完成。每次浇筑前应对所有生产系统进行全面检查。

5.6.9 多跨预应力混凝土连续箱梁浇筑接长时，应对其接缝面凿毛、清洗，连接孔道，绑扎钢筋，核对移动模架的位置及高程，接缝面涂水泥浆后浇混凝土。

5.6.10 原材料的检验，钢筋加工及架立、制孔、预应力筋制作、真空辅助压浆、拆模等的要求应符合本技术指南第 7.1 节的

相关规定。

5.6.11 移动模架造桥机制梁，在分批张拉预应力筋时应注意混凝土梁的反拱度是否与设计相符，不得由于造桥机主梁的反弹而使混凝土梁体上翼缘出现超拉应力，必要时应配合预应力的张拉分级调低底模高程。

5.6.12 用于浇筑单孔简支梁的移动模架造桥机在纵向前移时，在任何情况下，造桥机的抗倾覆稳定系数不应小于 1.5。

5.6.13 移动模架造桥机的拼装和操作应满足技术监督部门审查通过的《移动模架造桥机使用说明书》和《移动模架造桥机操作手册》的要求。

5.6.14 移动模架造桥机制梁的质量控制标准应符合本技术指南第 5.2 节的相关规定。

5.7 移动支架造桥机制架梁

5.7.1 移动支架造桥机制架梁适用于预制梁段原位拼装双线或单线预应力混凝土简支箱梁或连续梁的施工。

5.7.2 造桥机主要包括支架、梁段支承装置、桁吊（梁段升降装置）、梁段移送及调位装置、支架前移、液压及电气系统等。

5.7.3 移动支架造桥机制梁的主要工艺流程如下：

- 1 拼装墩旁托架。
- 2 导梁滑移装置。
- 3 铺设台后临时轨道，临时轨道方向与线路方向一致。
- 4 组拼造桥机。
- 5 造桥机前移就位。
- 6 梁段预制应符合本技术指南第 6 章箱梁预制的有关规定。
- 7 梁段组拼、成梁。当梁接缝采用湿接缝时，梁段组拼、

成梁的施工顺序宜为：

- 1) 移梁：按现场场地布置选择合适的方法将梁段从存梁场移到运梁小车上，运梁小车将梁段送至造桥机尾部

桁吊下。

- 2) 梁段就位：梁段按顺序运至设计位置。
- 3) 梁段调位：采用调梁设备调整梁段，逐渐趋近，直至达到设计要求。
- 4) 穿束、湿接缝钢筋绑扎：穿束前应用压力水冲洗孔道内杂物，观测孔道有无串孔现象，吹干孔道内水分。宜采用一孔整体穿束。钢筋绑扎前应将梁段两端伸出的纵向钢筋理直，与湿接缝钢筋满足搭接要求。
- 5) 浇筑湿接缝混凝土并养护。
- 6) 张拉、压浆应符合本技术指南第 6.1 节的有关规定。
- 7) 梁接缝采用胶接缝时，应符合本技术指南第 5.3 节的有关规定。

5.7.4 制架梁前应具有墩台中心线、里程、支承垫石高程等竣工资料，并由制架梁单位全面复核。

5.7.5 制架梁前应具有造桥机的自重、自重加混凝土梁重的挠度曲线和各梁段的调节量等计算资料。

5.7.6 墩旁托架、滚轮箱的安装应有足够的强度、刚度和稳定性。

5.7.7 当梁段接缝采用湿接缝时，梁段拼接面应凿毛、清洁，预制梁段的混凝土龄期必须符合设计要求。当梁段接缝采用胶接缝时，接缝表面应按设计要求进行处理。

5.7.8 移动支架造桥机制梁的允许偏差应符合表 5.7.8 的规定。成桥后的允许偏差：对于连续梁应符合本技术指南表 5.2.18 的规定；对于简支梁应符合本技术指南表 6.1.12—2 的规定。

表 5.7.8 箱梁梁段组拼允许偏差

序 号	项 目	容 许 偏 差
1	箱梁全长	$\pm 15 \text{ mm}$
2	箱梁跨度	$\pm 15 \text{ mm}$

续表 5.7.8

序 号	项 目	容 许 偏 差
3	梁段纵向偏离设计位置	$\pm 5 \text{ mm}$
4	梁段横向偏离设计位置	$\pm 5 \text{ mm}$
5	相邻梁段中心线偏差	2 mm
6	梁段摆放的垂直度	每米高度内 $\leq 3 \text{ mm}$
7	挠度调整与设计值偏差	$\pm 2 \text{ mm}$
8	湿接缝长度偏差	$\pm 10 \text{ mm}$

6 预应力混凝土箱梁预制

6.1 后张法预应力混凝土箱梁预制

6.1.1 预制场地的建设

制梁场的布置应有利于桥梁的预制、存放、运输及架设。制梁场地的选择主要根据架梁计划而定，同时要考虑交通状况、原材料来源、地形地貌、地质概况、水电供应和环保要求等因素，一般设在桥梁比较集中的地段内。

制梁场必须具有稳定的生产规模和较为齐全的生产设备。对制梁场的规模应做具体的经济技术分析，根据供应范围内桥梁需要的数量、梁的生产周期、梁的种类、采用蒸汽养护或自然养护及以后的拆迁、场地的恢复等因素综合考虑，并对砂石料场进行硬化处理。对有盐雾侵蚀影响的梁场，其存梁台位应高出地面 200 mm 以上。

制梁台座、存梁台座、运梁线路的地基应具备足够的承载能力。必要时制梁台座两端顶梁部位的地基须特殊处理，以防集中受力而引起地基下沉。

6.1.2 原材料的检验除应符合下列规定外，尚应符合铁道部现行《铁路混凝土工程施工质量检验补充标准》(铁建设〔2005〕160号)的有关规定和设计要求。

1 水 泥

水泥应采用强度等级不低于 42.5 级的低碱硅酸盐或低碱普通硅酸盐水泥(掺合料仅为粉煤灰或矿渣)，水泥熟料中 C_3A 含量不应大于 8%，在强腐蚀环境下不应大于 5%；其余性能应符合国家现行《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》(GB 175)的规定，

禁止使用其他品种水泥。

进场水泥应附有产品合格检验单，并经检验确认符合要求后方可使用。

不同品种、不同标号、不同编号的水泥，须分别储存。储存要求干燥通风。水泥从出厂日期到使用日期不得超过 3 个月。

2 细 骨 料

细骨料应采用硬质洁净的天然砂，细度模数宜为 2.6~3.0，含泥量不应大于 1.5%，其余技术要求应符合铁道部现行《铁路混凝土工程施工技术指南》(TZ210—2005)的规定。设计文件有特殊要求的，按照设计文件办理。当料源发生变化时，应重新进行碱骨料检验。

3 粗 骨 料

粗骨料应为坚硬耐久的碎石，压碎指标不应大于 10%，母岩抗压强度与梁体混凝土设计强度之比应大于 2；粒径宜为 5~20 mm，最大粒径不应超过 25 mm，且不得超过设计混凝土保护层厚度的 2/3 和钢筋最小间距的 3/4，并分两级（5~10 mm 和 10~20 (25) mm）储存、运输、计量。使用时粒径 5~10 mm 碎石与粒径 10~20 (25) mm 质量之比为 $(40 \pm 5)\% : (60 \pm 5)\%$ ；含泥量不应大于 0.5%，针片状颗粒含量不应大于 5%，其余技术要求应符合铁道部现行《铁路混凝土工程施工技术指南》(TZ210—2005)的规定。当料源发生变化时，应重新进行碱骨料检验。

4 外加剂和矿粉掺合料

混凝土外加剂应采用符合国家现行《混凝土外加剂》(GB 8076)的规定或经铁道部鉴定的产品，并经检验合格后方可使用。外加剂掺量由试验确定，严禁使用掺入氯盐类外加剂。应采用高效减水剂，其性能应与所用水泥具有良好的适应性，30 min 减水率不应低于 20%，碱含量不得超过 10%，硫酸钠含量不应大于 5%，氯离子含量不应大于 0.1%。

阻锈剂应采用复合氨基醇类，且应具有良好的均匀分散性、

不降低水泥浆的流动度、不与其他外加剂反应、不降低对钢绞线束的粘结性能、不影响硬化水泥的性能，其性能指标应符合国家现行《钢筋阻锈剂使用技术规程》(YB/T 9231)的要求。

混凝土矿物活性掺合料（Ⅰ级粉煤灰、磨细矿粉）应符合国家现行《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》(GB 1596)和《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣》(GB/T 18046)的规定，Ⅰ级粉煤灰需水量比不应大于 100%，磨细矿粉比表面积应大于 $450 \text{ m}^2/\text{kg}$ 。掺入的引气剂及其他改善混凝土性能的外加剂应符合国家现行《混凝土外加剂》(GB 8076)的规定，其品种及数量由试验确定。具体规定应符合铁道部现行《铁路混凝土工程施工技术指南》(TZ 210—2005)的要求。

5 拌合用水

拌制和养护混凝土用水应符合国家现行《混凝土拌合用水标准》(JGJ 63)的要求。凡符合饮用标准的水，即可使用。

6 制梁所用的骨料应在试生产前应进行碱活性试验。不得使用碱—碳酸盐反应的活性骨料和膨胀率大于 0.20% 的碱—硅酸盐反应的活性骨料。当所采用骨料的碱—硅酸盐反应膨胀率在 0.10%~0.20% 时，混凝土中的总碱含量不应超过 3 kg/m^3 ，并符合铁道部现行《铁路混凝土工程预防碱骨料反应技术条件》(TB/T 3054)的要求。

7 混凝土拌和物中各种原材料引入的氯离子含量不得超过胶凝材料总量的 0.06%。

8 非预应力钢筋

非预应力钢筋应符合国家现行《钢筋混凝土用热轧光圆钢筋》(GB 13013—91)和《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》(GB 1499—91)以及《低碳钢热轧圆盘条》(GB 701—97)有规定，并应满足设计要求。对 HRB335 钢筋尚应符合碳当量不大于 0.5% 的规定。

钢筋外观要求无裂纹、重皮、锈坑、死弯及油污等。

钢筋应有出厂合格证，外观检查合格后每批应按铁道部现行

《铁路混凝土工程施工技术指南》(TZ 210—2005)的要求抽取试样,分别作拉、弯复查试验。如有一项不合格,则加倍取样,如仍有一项不合格,则该批钢筋为不合格。

9 预应力钢绞线

预应力钢绞线技术性能应符合国家现行《预应力混凝土用钢绞线》(GB/T 5224)的规定和满足设计要求:钢绞线应有出厂合格证,进场后先经外观检查,合格后其力学性能试验按铁道部现行混凝土与砌体工程施工标准的要求办理。对钢绞线的弹性模量试验按每批号进行。

钢绞线存放应置于干燥处,避免潮湿锈蚀。工地存放应高出地面 200 mm 并及时盖好。

每批钢绞线由同一批号,同一强度等级的钢绞线组成。

10 钢 配 件

钢配件的材质应符合国家标准并满足设计要求。

支座板采用与设计规定的盆式橡胶支座型号相配套的支座板。

11 锚具、防水层、保护层及波纹管材料

锚具、夹具和连接器应符合国家现行《预应力筋用锚具、夹具和连接器》(GB/T 14370)的有关规定并经检验合格后方可使用。防水层材料应根据设计要求分别采用,其性能应满足铁道部现行混凝土保护层、防水层技术标准的规定和设计要求。保护层应符合设计要求。波纹管应符合质量要求。

6.1.3 钢筋的加工及架立

1 钢筋进场检验合格后方可使用。

2 钢筋加工要求见表 6.1.3—1。

3 钢筋接头采用闪光对焊,闪光对焊的有关要求按照(TB 10210—2001)第 4.4 节的有关规定执行。

4 现场绑扎钢筋时有关规定:

1) 钢筋的交叉点应用铁丝绑扎结实,必要时,也可用点

焊焊牢；

表 6.1.3—1 钢筋骨架制作及安装

序 号	项 目	允许偏差
1	受力钢筋顺长度方向全长的净尺寸	$\pm 10 \text{ mm}$
2	弯起钢筋的位置	$\pm 20 \text{ mm}$
3	箍筋内边距离尺寸差	$\pm 3 \text{ mm}$

- 2) 除设计有特殊规定者外，梁中的箍筋应与主筋垂直；
- 3) 箍筋的末端应向内弯曲；箍筋转角与钢筋的交接点均应绑扎牢；
- 4) 箍筋的接头（弯钩接合处），在梁中应沿纵向线方向交叉布置；
- 5) 绑扎用的铁丝要向里弯，不得伸向保护层内；
- 6) 钢筋的绑扎允许偏差见表 6.1.3—2。

表 6.1.3—2 钢筋绑扎允许偏差

序 号	项 目	允许偏差
1	桥面主筋间距及位置偏差（拼装后检查）	$\leq 15 \text{ mm}$
2	底板钢筋间距及位置偏差	$\leq 8 \text{ mm}$
3	箍筋间距及位置偏差	$\leq 15 \text{ mm}$
4	腹板箍筋的不垂直度（偏离垂直位置）	$\leq 15 \text{ mm}$
5	混凝土保护层厚度与设计值偏差	$+5$ 0 mm
6	其他钢筋偏移量	$\leq 20 \text{ mm}$

6.1.4 制 孔

预应力筋孔道的位置及材质应符合设计要求，并满足灌浆工艺的要求。制孔管应管壁严密不易变形，确保其定位准确，管节连结平顺。孔道锚固端的预埋钢板应垂直于孔道中心线。孔道成型后应对孔道进行检查，发现孔道阻塞或残留物应及时处理。

6.1.5 钢模板的制作、安装和拆卸

1 钢模板由侧模、内模、底模和端模组成。内、侧模由整体或拼装式钢模板组成，并配有相应的装、拆机构。

2 钢模板的加工制造

钢模板在设计制造时，应有足够的强度、刚度及稳定性，确保梁体各部位结构尺寸正确及预埋件的位置准确，且具有能经多次反复使用不致产生影响梁体外形的刚度。

附着式振动器的支座应交错布置，安设牢固。安装位置应将振动力先传向模板骨架，再由骨架传向面板。

模板的全长及跨度应考虑反拱度及预留压缩量。

3 钢模安装允许偏差见表 6.1.5—1。

表 6.1.5—1 模板安装尺寸允许偏差

序 号	项 目	允 许 偏 差
1	模板总长	$\pm 10 \text{ mm}$
2	底模板宽	$+5 \text{ mm}$ 0
3	底模板中心线与设计位置偏差	$\leq 2 \text{ mm}$
4	桥面板中心线与设计位置偏差	$\leq 10 \text{ mm}$
5	腹板中心线与设计位置偏差	$\leq 10 \text{ mm}$
6	横隔板中心位置偏差	$\leq 5 \text{ mm}$
7	模板倾斜度偏差	$\leq 3\%$
8	底模不平整度	$\leq 2 \text{ mm/m}$
9	桥面板宽	$\pm 10 \text{ mm}$
10	腹板厚度	$+10 \text{ mm}$ 0
11	底板厚度	$+10 \text{ mm}$ 0
12	顶板厚度	$+10 \text{ mm}$ 0
13	横隔板厚度	$+10 \text{ mm}$ -5

4 上支座板安装

支座位置，应在每次模板安装前检查，检查的内容有：横向位置、平整度，同一支座板的四角高差，四个支座板相对高差。

支座板安装位置应用螺栓固定。

5 侧模板安装

安装前检查：板面是否平整、光洁、有无凹凸变形及残余黏浆，模板接口处应清除干净。

检查所有模板连接端部和底脚有无碰撞而造成影响使用的缺陷或变形，振动器支架及模板焊缝处是否有开裂破损，如有均应及时补焊、整修。

侧模安装时应先使侧模滑移或吊装到位，与底模板的相对位置对准，用顶压杆调整好侧模垂直度，并与端模联结好。

侧模安装完后，用螺栓联接稳固，并上好全部上拉杆。调整了其他紧固件后检查整体模板的长、宽、高尺寸及不平整度等，并做好记录。不符合规定者，应及时调整。

钢模安装应做到位置准确，连接紧密，侧模与底模接缝密贴且不漏浆。

在制梁过程中应根据架梁的顺序确定预埋件的安装。预埋件的安装应严格按设计图纸施工，确保每孔梁上预埋件位置准确无误。

6 内模安装

内模安装应根据模板结构确定。当内模为液压整体内模时，可利用台座端部滑道，将内模滑到已绑好的底腹板钢筋骨架的内腔位置并固定。

当内模为液压分段式或拼装式结构时，可采用吊装方式安装内模。安装前应先检查模板是否清理干净，是否涂刷了隔离剂。无论是何种结构均应在内模拼成整体后用宽胶带粘贴各个接缝处以防止漏浆。

内模安装完后，检查各部位尺寸。

7 端模安装

安装前检查板面是否平整光洁、有无凹凸变形及残余黏浆，端模管道孔眼应清除干净。将胶管或波纹管逐根插入端模各自的

孔内后，进行端模安装就位。安装过程中应逐根检查是否处于设计位置。

8 内模拆除

内模须在混凝土强度达到设计强度的 50% 以上时方可拆除。

拆除前先检查卷扬机等设备的性能，并清理好拟进入的台座。

液压式内模拆除前内模上的顶压丝杆及支承内模主梁的保护衬套应先行松开，再按照操作顺序分别将各顶升油缸回油收缩，然后检查内模是否准确的落在滑移轨道上，如有偏差应及时调整。

拆除时应缓慢匀速进行，并有专人指挥，拉出后应及时拆卸滑道并清点各种配件。

9 侧模及端模拆除

当梁体混凝土强度达到设计强度的 50%，混凝土芯部与表层、箱内与箱外、表层温度与环境温度之差均不大于 15℃，且能保证构件棱角完整时方可拆除侧模和端模。气温急剧变化时不宜进行拆模作业。

侧模拆模时通过顶压机构使侧模脱离梁体，再通过卷扬机滑到相应的位置上。

拆模时，严禁重击或硬撬，避免造成模板局部变形或损坏混凝土棱角。

模板拆下后，应及时清除模板表面和接缝处的残余灰浆并均匀涂刷隔离剂，与此同时还应清点和维修、保养、保管好模板零部件，如有缺损及时补齐，以备下次使用。并根据消耗情况酌情配备足够的储存量。

10 钢底模使用规定

钢底模在正常使用时，应随时用水平仪检查底板的反拱及下沉量，不符合规定处均应及时整修。及时清除底板表面与橡胶密封条处的残余灰浆，均匀涂刷隔离剂。

6.1.6 混凝土的浇筑及养生除符合下列规定外，尚应符合铁道部现行《铁路混凝土工程施工技术指南》(TZ 210—2005)的相关规定。

1 混凝土配制拌合前的准备

混凝土配制拌合之前，应对所有机械设备、工具、使用材料进行认真检查，确保混凝土的拌制和浇筑正常连续进行。

开盘前应按工地试验室提供的配合比调整配料系统，并做好记录。

2 混凝土的配料和拌制

混凝土配合比应考虑强度、弹模、初凝时间、工作度等因素并通过试验来确定。

混凝土拌合物配料应采用自动计量装置，粗、细骨料中的含水量应及时测定，并按实际测定值调整用水量、粗、细骨料用量；禁止拌合物出机后加水。

混凝土在拌合时，应按选定的理论配合比换算成施工配合比，计算每盘混凝土实际需要的各种材料量。水、水泥、外加剂的用量应准确到 $\pm 1\%$ ，粗细骨料的用量应准确到 $\pm 2\%$ （均以质量计）。减水剂可采用粉剂或溶剂型，采用粉剂型时宜在施工前14~18 h预先配制成所需浓度的溶液，粉剂在溶液中要求全部溶解均匀，不得有沉淀或结块。为充分发挥减水剂的作用，在拌合时其溶液宜用后添法。当采用溶剂型减水剂时，其含水量应计入拌合总用水量。混凝土拌合物中不得掺用加气剂和各种氯盐。

3 混凝土的运输和浇筑

- 1) 混凝土应随拌随用，混凝土运输应采用泵送或混凝土运输车运送。当采用泵送时，输送管路的起始水平段长度不应小于15 m，除出口处采用软管外，输送管路其他部分不得采用软管或锥形管。输送管路应固定牢固，且不得与模板或钢筋直接接触。泵送过程中，混凝土拌合物应始终连续输送。高温或低温环境下输送

管路应分别采用湿帘或保温材料覆盖。其他要求还应符合国家现行《混凝土泵送施工技术规范》(JG/T 3064)的规定。

2) 混凝土的浇筑采用连续浇筑、一次成型,浇筑时间不宜超过 6 h。

预制梁混凝土拌合物入模前含气量应控制在 3%~4%,混凝土拌合物坍落度 45 min 损失不宜大于 10%;混凝土浇筑时,模板温度宜在 5℃~35℃,混凝土拌合物入模温度宜在 5℃~30℃。

浇筑时采用斜向分段、水平分层的方法浇筑。其工艺斜度视混凝土坍落度而定,当坍落度大于 12 cm 时,工艺斜度宜不大于 5°。水平分层厚度不得大于 30 cm,先后两层混凝土的间隔时间不得超过初凝时间。

浇筑梁体混凝土时,应防止混凝土离析,混凝土下落距离不超过 2m。并保持预埋管道不发生挠曲或移位,禁止管道口直对腹板槽倾倒混凝土。

梁体腹板处的底板混凝土宜采用底板附着式振动器振动。梁体腹板混凝土采用振动棒和附着式振动器振捣。振动棒插振的间距及时间应符合铁道部现行《铁路混凝土工程施工技术指南》(TZ 210—2005)的有关规定。振动棒禁止触碰胶管或波纹管。

在浇筑混凝土梁体时,应安排专人负责监视振动器的运转使用情况,如有故障则迅速组织抢修。以避免因振动不及时而导致混凝土出现空洞或蜂窝麻面。另外还应有专人负责监视模板,如联结螺栓松动、模板走形或漏浆应及时采取措施予以处理,桥面应在浇筑完成后按要求整平。

当昼夜平均气温低于 5℃或最低气温低于 -3℃时,应采取保温措施,并按冬季施工处理。

试生产前应对所选用水泥、砂、碎石、掺合料、外加剂等原材料制作试件进行试验,具体试验内容及方法应符合《铁路混凝土工程施工技术指南》(TZ 210—2005)的有关规定。

4 梁体混凝土养护

当采用蒸汽养护时,分为静停、升温、恒温、降温四个阶段。静停期间应保持棚温不低于 5°C ,浇筑完4h后方可升温,升温速度不应大于 10°C/h ,恒温时蒸汽温度不宜超过 45°C ,梁体芯部混凝土温度不宜超过 60°C ,降温速度不应大于 10°C/h 。蒸养期间及撤除保温设施时,梁体混凝土芯部与表层、表层与环境温差不宜超过 15°C 。蒸汽养护结束后,应立即进入自然养护,时间不少于7d。在养护过程中应定时测温,并作好记录。温度计的分布宜在跨中 $1/4$ 截面、梁端各布置两块、梁端箱内、孔道各布置一块。恒温时每2h测一次温度,升、降温每小时测一次。

当采用自然养护时,梁体表面可采用草袋或麻袋覆盖,并在其上覆盖塑料薄膜,梁体洒水次数应能保持混凝土表面充分潮湿为度。当环境相对湿度小于60%时,自然养护不应少于28d;相对湿度在60%以上时,自然养护不应少于14d。

当环境温度低于 5°C 时,预制梁表面应喷涂养护剂,采取保温措施;禁止对混凝土洒水。

6.1.7 预应力钢绞线束的制作

1 钢绞线下料,应按设计孔道长度加张拉设备长度,并余留锚外不少于100mm的总长度下料,下料应用砂轮机平放切割。断后平放在地面上,采取措施防止钢绞线散头。

2 钢绞线切割完后须按各束理顺,并间隔1.5m用铁丝捆扎成束。同一束钢绞线应顺畅不扭结。同一孔道穿束应整束整穿。

6.1.8 预应力钢绞线的张拉

1 预应力设备选用及校正应符合下列规定:

- 1) 张拉千斤顶在整拉整放工艺中,单束初调及张拉宜采用穿心式双作用千斤顶。整体张拉和整体放张宜采用自锁式千斤顶,额定张拉吨位宜为张拉力的1.5倍,且不得小于1.2倍,张拉千斤顶在张拉前必须经过校

正，校正系数不得大于 1.05。校正有效期为一个月且不超过 200 次张拉作业，拆修更换配件的张拉千斤顶必须重新校正。

- 2) 压力表应选用防震型，表面最大读数应为张拉力的 1.5~2.0 倍，精度不应低于 1.0 级，校正有效期为 1 周。当用 0.4 级时，校正有效期可为 1 个月。压力表发生故障后必须重新校正。
- 3) 油泵的油箱容量宜为张拉千斤顶总输油量的 1.5 倍，额定油压数宜为使用油压数的 1.4 倍。
- 4) 压力表应与张拉千斤顶配套使用。预应力设备应建立台账及卡片并定期检查。

2 当梁体混凝土强度达到设计强度的 80% 且弹性模量达到设计要求后，即可进行早期部分张拉。在梁体混凝土强度达到设计强度的 100% 且弹性模量达 100% 时，混凝土龄期满足 10 d 方能进行终张拉。为了使梁体不发生早期裂缝，应在混凝土强度达到设计强度 50%~60% 时拆除内模，外模只拆不移的情况下张拉部分预应力，张拉值应由设计单位提供。

3 在进行第一孔梁张拉时需要对管道摩阻损失、锚圈口摩阻损失进行测量。根据实测结果对张拉控制应力作适当调整，确保有效应力值。

4 箱梁两侧腹板宜对称张拉，其不平衡束最大不超过一束，张拉同束钢绞线应由两端对称同步进行，且按设计图规定的编号及张拉顺序张拉。

5 预应力筋张拉程序除符合设计要求外，一般应按下列程序执行：

$0 \rightarrow 0.1\sigma_k$ （作伸长量标记） $\rightarrow \sigma_k$ （静停 5 min） $\rightarrow$ 补拉 σ_k （测伸长量） $\rightarrow$ 锚固。

6 张拉操作工艺

按每束根数与相应的锚具配套，带好夹片，将钢绞线从千斤

顶中心穿过。张拉时当钢绞线的初始应力达 $0.1\sigma_k$ 时停止供油。检查夹片情况完好后，画线作标记。

向千斤顶油缸充油并对钢绞线进行张拉。张拉值的大小以油压表的读数为主，以预应力钢绞线的伸长值加以校核，实际张拉伸长值与理论伸长值应控制在 6% 范围内，每端锚具回缩量应控制在 6 mm 以内。

油压达到张拉吨位后关闭主油缸油路，并保持 5 min，测量钢绞线伸长量加以校核。在保持 5 min 以后，若油压稍有下降，须补油到设计吨位的油压值，千斤顶回油，夹片自动锁定则该束张拉结束，及时作好记录。全梁断丝，滑丝总数不得超过钢丝总数的 0.5%，且一束内断丝不得超过一丝，也不得在同一侧。

7 有关张拉的其他规定。

- 1) 张拉钢绞线之前，对梁体应作全面检查，如有缺陷，须事先征得监理工程师同意修补完好且达到设计强度，并将承压垫板及锚下管道扩大部分的残余灰浆铲除干净，否则不得进行张拉。
- 2) 高压油表必须经过校验合格后方允许使用。校验有效期不得超过一周。
- 3) 千斤顶必须经过校正合格后方允许使用。校正期限不得超过一个月。
- 4) 每跨梁张拉时，必须有专人负责及时填写张拉记录。
- 5) 千斤顶不准超载，不准超出规定的行程。转移油泵时必须将油压表拆卸下来另行携带转送。
- 6) 张拉钢绞线时，必须两边同时给千斤顶主油缸徐徐充油张拉，两端伸长应基本保持一致，严禁一端张拉。如设计有特殊规定时可按设计文件办理。

8 安全要求

- 1) 高压油管使用前应作耐压试验，不合格的不能使用。
- 2) 油压泵上的安全阀应调至最大工作油压下能自动打开

的状态。

- 3) 油压表安装必须紧密满扣, 油泵与千斤顶之间采用的高压油管连同油路的各部接头均须完整紧密, 油路畅通, 在最大工作油压下保持 5 min 以上均不得漏油。若有损坏者应及时修理更换。
- 4) 张拉时, 千斤顶后面不准站人, 也不得踩踏高压油管。
- 5) 张拉时发现张拉设备运转声音异常, 应立即停机检查维修。
- 6) 锚具、夹具均应设专人妥善保管, 避免锈蚀、沾污、遭受机械损伤或散失。施工时在终张拉完后按设计文件要求对锚具进行防锈处理。

6.1.9 管道压浆、端头封堵

1 后张预制梁终张拉完成后, 宜在 48 h 内进行管道压浆。压浆前管道内应清除杂物及积水。压浆时及压浆后 3 d 内, 梁体及环境温度不得低于 5°C 。压浆用水泥应为强度等级不低于 42.5 级低碱硅酸盐或低碱普通硅酸盐水泥, 掺入的粉煤灰应符合本技术指南第 6.1.2 条的规定; 水胶比不超过 0.34, 且不得泌水, 流动度不应大于 25 s, 30 min 后不应大于 35 s, 抗压强度不小于 35 MPa (设计另有规定的除外); 压入管道的水泥浆应饱满密实, 体积收缩率应小于 1.5%。初凝时间应大于 3 h, 终凝时间应小于 24 h, 压浆时浆体温度应不超过 35°C 。

2 水泥浆应掺高效减水剂、阻锈剂。高效减水剂和阻锈剂应符合本技术指南第 6.1.2 条的规定, 掺量由试验确定。严禁掺入氯化物或其他对预应力筋有腐蚀作用的外加剂。

3 预应力管道压浆应采用真空辅助压浆工艺; 压浆泵应采用连续式; 同一管道压浆应连续进行, 一次完成。管道出浆口应装有三通管, 必须确认出浆浓度与进浆浓度一致时, 方可封闭保压。压浆前管道真空度应稳定在 $-0.06 \sim -0.10\text{ MPa}$ 之间; 浆体注满管道后, 应在 $0.50 \sim 0.60\text{ MPa}$ 下持压 2 min; 压浆最大压

力不宜超过 0.60 MPa。

4 压浆设备：水泥浆拌合机应能制备具有胶稠状水泥浆，水泥浆搅拌结束后应采用连续式压浆机尽快连续压注，搅拌至压入管道的时间间隔不应超过 40 min。水泥浆泵应能压浆完成的管道上保持压力，导管中无压力损失。

5 同一管道压浆应连续进行，一次完成。

6 冬季压浆时应采取保温措施，水泥浆应掺入防冻剂。

7 浇筑梁体封端混凝土之前，应先将承压板表面的黏浆和锚环外面上部的灰浆铲除干净，对锚圈与锚垫板之间的交接缝应用聚氨酯防水涂料进行防水处理，同时检查确认无漏压的管道后，才允许浇筑封端混凝土。为保证混凝土接缝处接合良好，应将原混凝土表面凿毛，并焊上钢筋网片。封端混凝土应采用无收缩混凝土进行封堵，其混凝土强度不得低于设计要求，也不得低于 35 MPa。封端混凝土养护结束后，应采用聚氨酯防水涂料对封端新老混凝土之间的交接缝进行防水处理。

6.1.10 桥面防水层、保护层的施工

1 桥面防水层、保护层的施工可在制梁场或架梁后进行。

2 防水层的基层（即梁体桥面部分）必须平整，无凹凸不平现象。防水层施工前应清除桥上的一切废碴杂物。防水层施工应符合设计要求。施工完后，铺保护层以前，应避免人员在桥面上走动踩踏及抛掷重物。

3 保护层施工

保护层施工应符合设计要求，并符合铁道部颁布的有关客运专线桥梁混凝土桥面防水层技术标准的相关规定。

施工完后要对保护层进行养护，保护层上盖一层塑料薄膜，待混凝土初凝，要浇水养护至少 3 d，使塑料薄膜下有充足的水对混凝土养生。

6.1.11 箱梁的吊运（滑移）及存放

1 箱梁吊运（滑移）分初张拉后的吊运（滑移）及二次张

拉后的吊运，初张后吊运（滑移）时严禁梁上堆放其他重物，二次张拉后的吊运必须在管道压浆达规定强度后进行。

2 箱梁的吊运可采用龙门吊机、轮胎式运架一体机、轮胎式或轮轨式运梁车，存梁必须预设相应的运输通道。

3 采用滑移方法移梁时，滑移轨道应设在坚固稳定的基础上，滑移轨道必须保持平整，四个支点相对高差不得超过 4 mm，平顺无突变点，两个股道之间高差不得超过 50 mm，在滑移方向可设不超过 2‰的下坡，以利于滑移。滑移的动力设施应经计算及试验确定，滑移过程中应采取有效措施保证梁体不受损伤。

4 存梁支承台座应坚固稳定，并附设相应的排水设施，以保证箱梁在存放期间不致因支承下沉受到损坏。

5 梁体的吊运、存放应按铺架施组安排的顺序，编号吊运（滑移）存放。

6 箱梁存放时，存梁支点距梁端的距离应符合设计要求。

7 箱梁运输时支点距梁端的距离应符合设计要求。

6.1.12 预应力混凝土预制箱梁的质量标准：

1 预制箱梁的模板安装允许偏差应符合表 6.1.5—1 的规定；

2 预制箱梁的钢筋绑扎允许偏差应符合表 6.1.3—2 的规定；

3 梁体预留管道的允许偏差应符合表 6.1.12—1 的规定；

4 箱梁外形尺寸允许偏差应符合表 6.1.12—2 的规定；

5 箱梁外观质量应符合表 6.1.12—3 的规定。

表 6.1.12—1 梁体预留管道的允许偏差

序 号	项 目	允 许 偏 差
1	跨中 4 m 范围内	4
2	其他部位	6

表 6.1.12—2 箱梁外形尺寸允许偏差

序 号	项 目	允 许 偏 差
1	箱梁全长	$\pm 20 \text{ mm}$
2	箱梁跨度	$\pm 20 \text{ mm}$
3	桥面宽度	$\pm 10 \text{ mm}$
4	箱梁底宽	$\pm 5 \text{ mm}$
5	梁 高	$+10$ -5 mm
6	腹板厚度	$+10$ -5 mm
7	底板厚度	$+10$ 0 mm
8	顶板厚度	$+10$ 0 mm
9	桥面外侧偏离设计位置	10 mm
10	梁 上 拱	$\pm L/3000$
11	挡碴墙厚度	$\pm 5 \text{ mm}$
12	表面垂直度	每米高度内 3 mm
13	表面平整度	每米长度内 5 mm
14	支座板每块板边缘高差	1 mm
15	支座板螺栓孔中心位置偏差	2 mm
16	支座中心线偏离设计位置	3 mm
17	螺 栓	垂直梁底板
18	桥面上预留钢筋偏离设计位置	10 mm
19	接触网支柱预留钢筋偏离设计位置	5 mm

表 6.1.12—3 箱梁外观质量控制标准

序 号	项 目			允 许 值
1	梁 体	腹板及底板底面垂直预应力方向的裂缝		不允许
		桥面保护层、挡碴墙、横隔墙、边墙和封端等 5 处的裂缝		0.2 mm
2	桥 面 板	钢筋混凝土结构	正常受力状态下的裂缝	0.2 mm
			施工荷载下的裂缝	0.24 mm
		预应力混凝土结构	正常受力及施工荷载下裂缝	不允许

续表 6.1.12—3

序 号	项 目		允 许 值
3	蜂窝麻面	深 度	5 mm
		长 度	10 mm
4	硬伤掉角	深 度	20 mm
		长 度	30 mm
5	石子堆垒		不允许

6.2 先张法预应力混凝土箱梁预制

6.2.1 先张法预应力混凝土简支梁应采用整拉整放或单拉整放工艺制造。

6.2.2 制梁工艺设备应符合下列规定：

1 张拉台座应能满足直线或折线配筋的张拉工艺要求，并与张拉各阶段的受力状态相适应，构造应满足施工要求。张拉横梁及锚板能直接承受预应力筋施加的压力，其受力后的最大挠度不得大于 2 mm。锚板受力中心应与预应力筋合力中心一致。

2 制梁模板应符合本技术指南第 6.1.5 条的有关规定。

3 预应力设备选用及校正应符合本技术指南第 6.1.8 条的有关规定。

6.2.3 先张法预应力混凝土简支梁原材料的检验应符合本技术指南第 6.1.2 条的有关规定。

6.2.4 钢筋安装的允许偏差应符合本技术指南第 6.1.3 条的有关规定。

6.2.5 预应力钢筋的下料长度应根据工艺设备的具体尺寸计算确定。钢绞线应在拉直条件下切断，切断前宜在切口两端用铁丝扎紧，不得使用电弧焊切割。下料长度偏差：

对于张拉螺杆工艺，其绝对值不大于张拉时弹性伸长值的 2%，且不大于 5 mm；

对于工具锚工艺为 $\pm 50\text{ mm}$ 。

6.2.6 预应力筋安装应符合下列规定：

1 预应力筋连同隔离套管应在钢筋骨架完成后一并穿入就位。隔离套管内端应堵塞严密。隔离套管外端应穿出分丝板以外 $50\sim 150\text{ mm}$ 加以固定。梁体内隔离套管长度及位置允许偏差为 $\pm 20\text{ mm}$ 。

2 预应力筋保护层厚度应满足设计要求。

3 预应力筋穿入就位后，严禁使用电弧焊在梁体钢筋骨架及模板的任何部位焊接或切割。

6.2.7 制梁开始前应完成下列准备工作：

1 调整张拉横梁及锚板位置，使锚板上预应力筋重心位置与所制梁型的预应力筋重心设计位置相一致，在跨中 4 m 范围内不得大于 1 mm ，其他部位不得大于 3 mm 。

2 张拉中使用的工具和锚具均应作外观或探伤检测。

3 应定期测定整拉整放工艺中的顶销回缩值。

4 折线配筋的先张梁，应对转辙器作外观和探伤检查，并检查安装位置的准确性，各方向位置与设计位置的偏差应小于 2 mm 。

6.2.8 预应力钢绞线按整拉整放工艺时，其张拉程序应符合下列规定：

1 单束应力调整：钢绞线分束后，各钢绞线束应作单束初调，初调应力可为 $0.15\sim 0.3$ 倍抗拉极限强度，并保持各束应力一致。

2 整体控制张拉：控制张拉应力应按设计的有效预应力及各项实际应力损失之和计算确定。锁定后钢绞线锚下应力不得大于 0.75 倍抗拉极限强度。

6.2.9 预应力钢绞线按单拉整放工艺施工时，其张拉程序应符合下列规定：

1 单束应力初调：利用张拉工具，将预应力筋分束锚固于

两端锚板上。用千斤顶顶横梁，行程不小于 150 mm，然后锁定。当采用楔块放松预应力时，应将楔块处于楔紧状态后锁定，其放松尺寸不小于 150 mm 为宜。

2 单束控制张拉：控制张拉应力应按设计的有效预应力及各项实际应力损失之和计算，锁定后钢绞线锚下应力不得大于 0.75 倍抗拉极限强度，拉到控制应力后锁定。

6.2.10 控制张拉应以控制应力为主，测量伸长值为校核，当实测值与理论计算值相差大于 $\pm 6\%$ ，应查明原因，及时处理后再继续张拉。张拉完毕后，应及时浇筑混凝土。浇筑前，应抽查张拉应力。当发现应力值与允许值相差超过 $\pm 3\%$ 时，应重拉。

6.2.11 梁体混凝土施工应符合本技术指南第 6.1.6 条的规定。

6.2.12 放松预应力筋应符合下列规定：

1 梁体混凝土应达到设计要求的强度和相应的弹性模量值。

2 当采用楔块放松预应力筋时，应控制楔块同步缓慢滑出。

3 采用超顶法放松预应力筋时

1) 各台千斤顶必须配接单独油路。

2) 同步顶升千斤顶，顶升的最大间隙不得大于 2 mm，以能松动自锁螺母或插垫为度。先顶升的千斤顶应保压持荷，直至全部千斤顶顶升。同步放松自锁螺母或插垫后，再同步放松各千斤顶，直到预应力筋全部放松为止。

3) 只有在千斤顶发生故障时才允许使用单束（根）放松预应力筋。放松时必须多次对称循环进行，每循环逐束释放的应力不超过总应力的 $1/4$ 。

4 应按设计图纸的规定顺序放松直线或折线预应力筋。

5 预应力筋放松后应测量梁体上拱值。

6.2.13 先张法预应力混凝土简支箱梁外形尺寸允许偏差和外观质量应符合本技术指南表 6.1.12—2 和表 6.1.12—3 的规定。

7 预制箱梁架设

7.1 一般规定

7.1.1 各种类型架桥机的安装、调试和架梁作业均应严格按照该架桥机的操作规程和使用说明书进行，并应编制相应的施工工艺和安全质量保证措施。此外，尚应符合现行《铁路架桥机架梁规程》(TB 10213) 和《京沪高速铁路运架设备研制技术条件》(高速办函〔2003〕23号)的有关规定。

7.1.2 架桥机通过正线路基架运梁时，要求路基达到设计标准并完成工序交接，路基断面宽度、路基护坡和路堑的挡墙护坡完成；路基表层级配碎石按设计完成，压实密度达到设计文件的要求，平整且均质性好；桥台与台后路基高差用级配碎石顺平；桥台锥体护坡完成；架运梁时，软土路基加固固结后的强度要能确保架运梁时的稳定性要求。

运梁车重载在已架好的梁上通过，应通过检算确认。

7.1.3 运 梁

1 确认运梁车所通过的线路和结构允许承受运梁车的荷载。在新建的路基上运行时，轮胎式运梁车的接地比压不得超过路基的允许承载能力。运梁车不得对路基造成永久性损害。

2 运梁车对线路的要求：运梁线路填筑要达到路基质量要求，其纵向坡度不大于 30‰、横向坡度（人字坡）不大于 4%，最小曲率半径不小于运梁车允许半径；清除走行界限内障碍物，在平交道口处设置专人防护。

3 运梁车走行：运梁车装箱梁启动起步应缓慢平稳，严禁突然加速或急刹车。重载运行速度控制在 5 km/h 以内，曲线、

坡道地段应严格控制在 3 km/h 以内，当运梁车接近架桥机时应一度停车，在得到指令后才能喂梁。

7.1.4 架桥机架梁施工的允许误差应符合表 5.4.14 的规定。成桥线型应符合设计要求。

7.2 架桥机架设

7.2.1 所采用的架桥机及运梁车必须符合《京沪高速铁路运梁设备研制技术条件》(高速办函〔2003〕23 号)的各项规定。

7.2.2 架桥机应严格按照通过技术监督部门审查认证的产品使用说明书和操作手册进行安装、架梁和移机操作。

7.2.3 架梁前，应编制施工组织设计、施工工艺和安全操作细则，认真组织实施，并建立完善的检修、保养制度，定期对重要部件（如轮、轨、吊钩等）进行探伤检查。

7.2.4 严格控制箱梁及梁上工具等设备重量不得超过运梁设备设计及对其他结构物设计检算的允许值。

7.2.5 架梁作业的主要工艺流程如下：

1 导梁式架桥机

拼架桥机和导梁—运架桥机和导梁就位—运梁车喂梁就位—起吊箱梁—前移下导梁—安支座，落梁就位—架桥机前移一跨。

2 步履式架桥机

拼架桥机—运梁车驮运架桥机就位—放下前支腿和中支腿，抬起后支腿，退运梁车—放下后支腿，收起中支腿，起重小车运行到主梁后部指定位置—架桥机纵移到位—利用支腿倒换运梁车喂梁就位—支立前后支腿收起中间支腿，起重小车吊起箱梁前移到位—安装支座，落梁就位。

3 运梁一体式架桥机

拼架桥机—下导梁就位—安装支座—梁场取梁—运梁—喂梁—落梁—架桥机退回—支腿转移。

7.2.6 架桥机架梁作业时，抗倾覆稳定系数不得小于 1.3；过

孔时，起重小车应位于对稳定最有利的位置，抗倾覆稳定系数不得小于 1.5。

7.2.7 运梁车运梁时必须保持平稳，严禁箱梁碰撞架桥机支腿。当需要一台起重小车吊住箱梁前端向前移动时，起重小车的前进速度必须与运梁车的前进速度保持同步。严禁梁体受损。

7.2.8 桥梁支座可在运梁前安装在梁底，随梁一同运输到位。

7.3 落梁就位

7.3.1 落梁时，应采用测力千斤顶作为临时支点，在保证每支点反力与 4 个支点的平均值相差不超过 $\pm 5\%$ 后再进行支座灌浆。同一梁端的千斤顶油压管路应保证同端的支座受力一致，采用并联。

7.3.2 支座安装质量应符合本技术指南第 11 章的规定。

7.3.3 预制梁架设后，与相邻预制梁端的桥面高差不应大于 10 mm，支点处桥面标高误差应在 -20^0 mm。

8 预应力混凝土 T 梁预制及架设

8.1 T 梁 预 制

8.1.1 原材料及检验应符合本技术指南第 6.1 节的相关规定。

8.1.2 钢筋加工及架立、预应力钢绞线的制作应符合本技术指南第 6.1 节的相关规定。

8.1.3 钢 模 板

1 钢模板应拆装方便，具有足够的强度、刚度、稳定性。钢模板结构设计时，应考虑起吊、拆模及振动器的振捣要求，接缝严密。振动器位置应交错布置。

2 底模应考虑预留压缩量。

3 钢模制造时，应控制截面尺寸及长度，保证模板的接缝平顺严密，板面平整，转角光滑，连接件、预埋件、螺栓孔位置准确。

4 钢模板制成后，必须经过整体试拼，检验验收。制造与安装误差应符合本技术指南第 6 章的相关要求，未提及的应符合《铁路混凝土工程施工技术指南》(TZ 210—2005) 的相关规定。模板应分节编号标识。

5 制梁时应考虑接触网支架位置和支座型式。

6 钢模板安装前应将铁锈及残留混凝土清除干净，然后均匀地涂刷脱模剂。

7 梁体混凝土在灌注前应对钢模板组装尺寸进行检查。

8 拆模时梁体混凝土强度不得低于设计强度的 50% 且混凝土表面温度与环境温度差应小于 15℃。

9 制定防护措施，保证拆模时不损伤梁体。

10 钢模板拆除后，应进行检查，及时修整不合格部位。

8.1.4 混凝土灌注及养生应符合本技术指南第 6.1 节的相关要求。

8.1.5 预应力钢绞线的张拉、管道压浆和端头封堵应符合本技术指南第 6.1 节的相关规定。

8.1.6 场内移、存梁

1 顶梁、落梁：

- 1) 千斤顶安放位置应保证梁顶起后不会歪斜，持力点置于梁端重心线上，基础应牢固可靠。梁体与千斤顶之间应垫以石棉板。顶梁过程中，不允许超过千斤顶规定的有效行程的 80%。
- 2) 起落梁前梁体两侧均应支护，顶梁部位应在规定的允许悬臂长度范围内。
- 3) 顶落梁时，应边顶边垫、边落边撤保险支点，使梁的脱空距离保持在 3 cm 以内。
- 4) 顶落梁时，两端只能交替进行，不允许两端同起同落。

2 横移梁

- 1) 横移梁的滑道应设在距梁端允许悬臂长度范围内，滑道应与梁纵轴线垂直。支点距梁端的距离应符合设计要求。
- 2) 滑梁时，梁体混凝土面与滑道之间必须安装移梁托板，严禁将梁直接放在钢轨上滑动。

3 吊梁

- 1) 如采用一台吊车吊梁时，应保证吊点位置上部配备起吊扁担。如采用两台吊车吊梁时，两端应统一指挥，同时起吊落位。梁体上下翼缘应设护铁。
- 2) 起吊时梁体强度应符合本技术指南第 6.1 节的有关规定。

8.1.7 预制 T 梁的产品质量标准应符合表 8.1.7 的规定。

表 8.1.7 预制 T 梁的产品质量标准

序 号	项 目		要 求	
1	梁体及封端混凝土强度		混凝土试件的实际强度，不低于设计要求，梁体的弹性模量不低于混凝土的强度相应值	
2	终张拉，28 d 的弹性模量		均不低于设计要求	
3	管道压浆		管道内水泥浆密实，水泥浆标号不应低于设计强度	
4	梁体及混凝土封端混凝土外观		平整密实，整洁、不露筋，无空洞，无石子堆垒，桥面流水畅通	
5	表面裂缝		桥面保护层，挡碴墙、横隔墙、边墙和封端等 5 处，容许有宽度在 0.2 mm 以下的表面收缩裂缝。其他部位的梁体表面，不允许有裂缝。（收缩裂纹除外）	
6	静载试验		试验合格	
7	产 品 外 形 尺 寸	桥梁全长	$L > 16 \text{ m}$	$\pm 20 \text{ mm}$
			$L \leq 16 \text{ m}$	$\pm 10 \text{ mm}$
		桥梁跨度	$L > 16 \text{ m}$	$\pm 20 \text{ mm}$
			$L \leq 16 \text{ m}$	$\pm 10 \text{ mm}$
		下翼缘宽度		$+5$ -5 mm
		桥面挡碴墙内侧宽度		$+10$ -5 mm
		腹板厚度		$+10$ -5 mm
		桥面内外侧偏离设计位置		$+10$ -5 mm
		梁 高		$+12$ -5 mm
		梁 上 拱		不大于 $L/1800$
		顶、底板厚		$+10$ 0 mm
		挡碴墙厚度		$+15$ 0 mm
		表面垂直度		每米高度内的偏差不大于 3 mm
		桥面平整度		每米长度内的偏差不大于 2 mm
		净保护层		不小于 25 mm

续表 8.1.7

序 号	项 目		要 求	
7	产品外形尺寸	支 座 板	每块边缘高差	不大于 2 mm
			螺 栓	垂直梁底板
			螺栓中心位置偏差 (盆式橡胶支座)	不大于 2 mm
			外露底面	平整无损、无飞边，清渣涂油
	挡碴墙预留钢筋		齐全设置，位置正确	
	接触网支架座钢筋		齐全设置，位置正确	
	泄水管、管盖		齐全完整，安装牢固	
	金属桥牌		标志正确，安装牢固	
8	防 水 层		符合设计的有关规定	

8.2 T 梁架设安装和横向联结

8.2.1 橡胶支座安装要求应符合本技术指南第 11 章的有关规定。

8.2.2 隔板及桥面板接缝施工

1 在施工过程中, 应采取措施保证同一孔 T 梁龄期不超过 6 d 和同一孔横隔板、桥面板预留孔在同一轴线上。

2 钢筋加工及安装按图纸设计施工, 其误差要求应符合本技术指南第 7 章的有关规定, 未提及的应符合铁道部现行混凝土与砌体工程施工标准的有关规定。

3 制 孔

1) 预应力筋孔道应满足设计要求。

2) 为控制管道坐标位置, 应设置定位网, 以保证波纹管顺直, 各方向偏差符合铁道部现行《预制后张法预应力混凝土铁路桥简支 T 梁技术条件》(TB/T 3043) 中的有关规定。

3) 隔板及桥面板接缝处的预留波纹管应插入 T 梁预留孔

道内 30 mm 以上，孔道对接处要保证密封，防止进浆。

4 拆模时混凝土强度不得低于混凝土设计强度的 60%。

5 混凝土搅拌、运输、灌注、振捣、养护工艺应符合本技术指南第 6.1 节中的有关规定。T 梁隔板接缝处混凝土应凿毛，灌注混凝土前要充分湿润。

8.2.3 横向预应力张拉

1 当隔板接缝处混凝土强度达到设计值的 100% 时，方可施加横向预应力。

2 张拉顺序应符合设计规定。

3 张拉程序及质量要求应符合本技术指南第 6.1 节中的有关规定。

8.2.4 孔道压浆、端头封堵应符合本技术指南第 6.1 节中的有关规定。

8.2.5 防水层、保护层的施工应符合本技术指南第 6.1 节的有关规定。

8.2.6 T 梁运架安全注意事项严格按照现行《铁路架桥机架梁规程》(TB 10213) 的有关规定执行。

9 结 合 梁

9.1 一 般 规 定

9.1.1 本规定适用于钢板梁或钢箱梁与钢筋混凝土板用联结器结合的上承式结合梁的制造和施工，结合梁的制造和施工除应符合本章所列的各有关规范外，对于设计文件有特殊要求者，应按设计文件办理。钢梁制造工艺应符合现行《铁路钢桥制造规范》(TB10212)的规定。

9.1.2 结合梁采用的钢材应符合设计文件的要求，钢材标准和技术条件应符合国家现行有关标准的要求。

9.1.3 涂装材料应具有良好的附着性、耐蚀性，具有出厂合格证和检验资料，并符合铁道部颁布的客运专线有关技术标准的规定和设计要求。

9.1.4 栓钉及配套使用的焊接瓷杯的技术条件应符合设计图纸和现行有关标准要求。

9.1.5 高强度螺栓、螺母及垫圈应按照设计级别选用，其技术条件应符合国家现行标准《高强度大六角头螺栓、大六角螺母、垫圈和技术条件》(GBT 1228～1231)的规定，其施工方法按现行《铁路钢桥高强度螺栓联结施工规定》(TBJ 214)办理。

9.1.6 桥面补偿收缩混凝土掺用的膨胀剂数量由试验确定。拌和后要求 14 d 水中养护限制膨胀率不少于 0.02%，28 d 空气中养护限制膨胀率不少于 -0.02%。

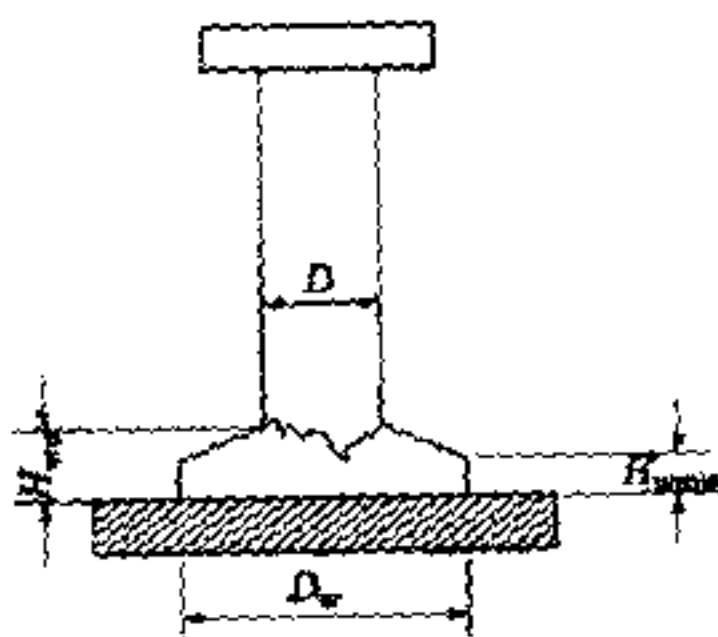
9.1.7 泄水设施的材料和施工应符合设计要求。

9.2 钢梁的工地检验

9.2.1 结合梁钢梁运往工地检验时制造厂应提供以下资料：

- 1 钢梁出厂检验合格证；
- 2 钢材和其他材料质量证明书或试验报告；
- 3 施工图、拼装简图和设计变更文件；
- 4 工厂试拼装记录（包括钢梁轮廓尺寸及主梁拱度、旁弯、工地栓孔重合率等）；
- 5 焊缝重大修补记录；
- 6 工地栓接板面出厂时摩擦系数试验资料；
- 7 高强度螺栓摩擦面抗滑移系数试验报告，焊缝无损检验报告及涂层检测资料；
- 8 剪力联结器试验资料；
- 9 高强度螺栓成品合格证；
- 10 引弧试板试验资料；
- 11 构件发运和包装清单。

9.2.2 对焊接栓钉的质量抽验应包括外观检查和锤击弯曲检验。如图 9.2.2—1 和图 9.2.2—2 所示。



H_w ——焊缝沿栓钉轴线方向的平均高度；
 H_{min} ——焊缝沿栓钉轴线方向的最小高度；
 D_w ——焊缝平均直径；
 D ——栓钉直径。

图 9.2.2—1 外观检查

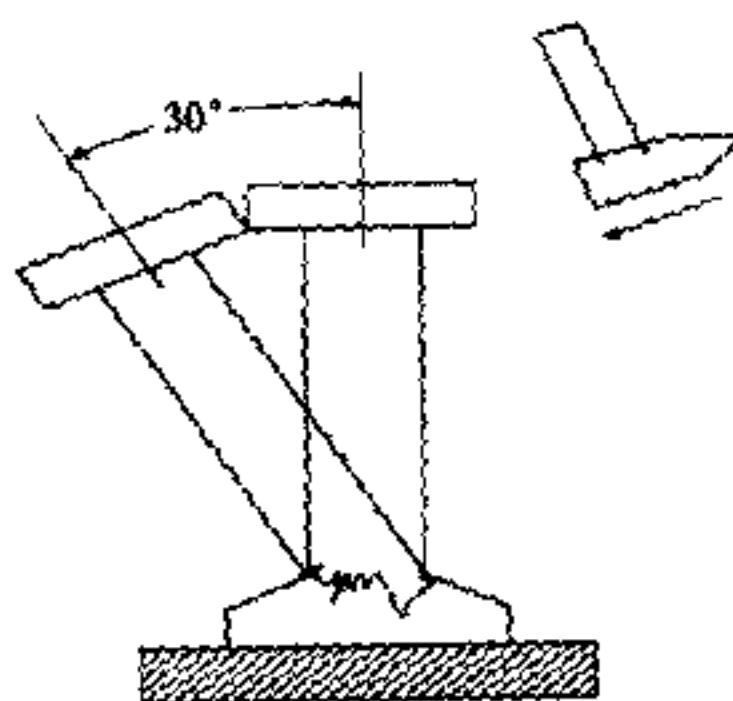


图 9.2.2—2 锤击试验

1 外观检查应观察栓钉的熔化长度,焊缝饱满度、焊缝宽度、高度以及栓钉与底金属结合程度。应满足:焊缝沿栓钉轴线方向的平均高度不小于 0.2 倍栓钉直径;焊缝沿栓钉轴线方向的最小高度不小于 0.15 倍栓钉直径;焊缝平均直径不小于 1.25 倍栓钉直径。

2 对焊接栓钉应进行锤击 30°弯曲试验,其焊缝和热影响区没有肉眼可见的裂缝。

9.3 钢梁安装

9.3.1 基本要求

1 钢梁在运输和安装过程中应正确使用吊具,严防钢梁发生扭转、翘曲和侧倾。钢梁吊装就位,应轻吊轻放,支垫平稳。

2 钢梁安装应按设计图进行。安装前应对临时支架、支承、吊机等临时结构和钢梁结构本身在不同受力状态下的强度、刚度及稳定性进行验算。

3 钢梁安装前,应按照发送清单核对进场的构件、零件,查验产品出厂合格证及材料的质量证明书。

4 钢梁安装前,应对支承垫石高程、桥梁中线及各孔跨径进行复测,误差在允许偏差范围内方可安装。

5 钢梁在工地安装过程中矫正、制孔、组装、焊接和涂装等工序的质量要求应符合现行铁路钢桥制造标准中有关规定。

6 钢梁工地安装,可根据跨径大小、河流情况、起吊能力选择安装方法。对于曲线钢梁,宜采用吊装就位的方法。

7 拼装钢梁的临时支架应有足够的承载力及刚度,临时支架顶部工作面应设有起顶位置和滑移装置,应能满足钢梁就位后全桥线型的调整。

8 支座的安装应符合本技术指南第 11 章的有关规定。

9.3.2 工地拼接

1 钢梁组拼前应清除构件上的附着物,摩擦面应保持干燥、

整洁。

2 钢梁拼装工艺流程：

钢梁节段吊装就位→调整钢梁拱度→调整钢梁平面位置→节段接头焊接或高强螺栓施拧

3 用高强度螺栓拼装钢梁时，应采用冲钉配合施工，冲钉数量应符合下列规定：

冲钉和高强度螺栓总数应不少于孔眼总数的 $1/3$ ，其中冲钉占 $2/3$ ；孔眼较少的部位，冲钉和高强度螺栓数量不得少于 6 个。

4 钢梁安装过程中，每完成一节段应测量其位置、标高和预拱度，如不符合要求应进行校正。

5 钢梁成联施拧前，必须保证钢梁拱度和平面位置与设计要求一致。

6 顶梁千斤顶安置于中间支点处，每个中间支点墩顶设 4 台千斤顶，置于钢梁腹板中心线上，千斤顶与钢梁之间应垫以胶合板或石棉板。使用千斤顶应在有效行程的 80% 以内。

7 顶梁时用吊线球方法随时对梁体可能产生的偏斜和位移进行观测。

8 曲线连续钢梁端支座平行梁端布置，中间支点支座沿径向布置，支座在沿桥梁纵向和横向均非对称布置，制造和安装时应注意配套，避免混淆。

9 焊 接

1) 钢梁焊接应按批准的焊接工艺评定报告编制焊接工艺。施焊必须严格执行焊接工艺的规定，焊接参数不得随意变更。

2) 钢梁各部位按顺序依次拼装就位，调整好拱度、旁弯，将组对连接件紧固后，进行定位焊接，待部件组拼完毕和检验合格后方可整体焊接。

3) 进行工地焊接前必须彻底清除待焊区域的铁锈、氧化

皮及油污等有害物，使其表面露出金属光泽。

- 4) 工地焊接应设立防风设施，遮盖全部焊接处。雨天不得焊接（箱形梁内除外）。箱形梁内采用 CO_2 气体保护焊时，必须使用通风防护安全设施。
- 5) 工地焊缝必须按工艺要求进行无损检测，对接焊缝除全部进行超声波探伤外，还应抽样进行射线探伤。
- 6) 焊缝的缺陷应按现行《铁路钢桥制造规范》中的有关规定修复。

10 高强螺栓连接

- 1) 钢梁安装前应复验连接副摩擦面试件的抗滑移系数，合格后方可安装。
- 2) 施拧前，高强度螺栓连接副应按出厂批号复验扭矩系数，每批号抽验不少于 8 套，其平均值和标准偏差应符合设计要求。不同批号高强度螺栓、螺母、垫圈分类造册，同批号螺栓连接副进行扭矩系数复检，施工时保持同一扭矩。
- 3) 高强螺栓初拧扭矩应由试验确定，一般为终拧扭矩的 50%。
- 4) 用扭角法施拧高强螺栓可按照现行《铁路钢桥高强螺栓连接施工规定》(TBJ 214—92) 的规定执行。
- 5) 高强螺栓施拧采用的扭矩扳手，在作业前后均应进行校正，其扭矩误差不得大于使用扭矩值的 $\pm 5\%$ 。
- 6) 高强螺栓施拧次序应从节段接口处开始向两侧进行，对于大块联接板由中央以辐射形式向四周边缘参差地进行施拧，最后拧紧四周端部螺栓。终拧后的螺栓用红漆点标记。
- 7) 高强螺栓终拧完毕应按现行《铁路钢桥高强螺栓连接施工规定》(TBJ 214—92) 规定的要求进行检查。

9.3.3 表面清理

1 工地拼接完成后应对钢梁拼接接头表面部位进行除锈, 必须将表面油污、铁锈以及其他杂物清除干净, 除锈后的钢表面清净度等级应符合《铁路钢桥保护涂装》(TB 1527) 的有关规定。

2 钢梁工地拼接接头部位除锈的适应范围应与设计采用的涂装及所处环境相适应。

9.3.4 涂 装

1 涂装前应进行表面处理的质量检查, 合格后方可进行涂装。

2 工地涂装施工组织设计应满足使用要求。涂装时, 涂料类型、涂装层数、涂层厚度应符合设计要求外, 尚应符合铁道部颁布的客运专线铁路钢桥保护涂装技术标准的有关规定。涂装时及时测定每层湿膜厚度、干膜厚度和附着力。

涂装时发现漏涂、流挂发白、皱纹、针孔、裂纹等缺陷, 应及时进行处理。每层涂装前, 应对上一层涂层进行检查。涂装后, 应进行涂层外观检查。表面应均匀、无气泡、无裂纹等缺陷。

9.4 混凝土桥面板

9.4.1 结合梁混凝土桥面板现浇施工除应符合下列规定外, 尚应符合《铁路混凝土工程施工技术指南》(TZ 210—2005) 的有关规定。

1 结合梁混凝土桥面板采用现浇施工应符合《铁路混凝土工程施工技术指南》(TZ 210—2005) 的规定。架立模板、绑扎钢筋、混凝土的振捣、养生、施加预应力和防水层施工应满足本技术指南第 6.1 节的有关规定。

2 结合梁桥面板悬臂支架可拼装于钢梁上, 由工厂制造时加工拼装孔眼。结合梁桥面板箱内施工时, 若无法拆除底模, 则必须在铺装之前对模板进行防腐处理。

3 浇筑桥面板混凝土前, 应清除钢梁上翼缘和剪力联结器

的锈蚀和污垢，保持表面清洁。

4 连续结合梁桥面板应按设计要求的顺序浇筑混凝土，桥面板混凝土的顶面应抹平。

5 连续结合梁中间支点负弯矩区，应按设计要求施加预应力。

9.5 结合梁施工质量标准

9.5.1 钢梁拼装施工允许偏差应符合表 9.5.1—1 和表 9.5.1—2 的规定：

表 9.5.1—1 钢板梁（开口钢箱梁）尺寸允许偏差

序 号	项 目	允 许 偏 差
1	梁高 (H)	$H \leq 2\text{ m}$ $\pm 2\text{ mm}$
		$H > 2\text{ m}$ $\pm 4\text{ mm}$
2	主梁中心距	$\pm 3\text{ mm}$
3	相邻梁段上下翼缘错边量	焊接 $\leq 1\text{ mm}$ ，栓接 $\leq 2\text{ mm}$
4	相邻梁段腹板错边量	焊接 $\leq 1\text{ mm}$ ，栓接 $\leq 2\text{ mm}$
5	拼接梁段两端边孔中心距	1.0 mm（采用工地扩孔 2.0 mm）
6	连续梁长度	$\pm 15\text{ mm}$
7	主梁上拱度	$+10$ -3 mm
8	横断面对角线差	4 mm
9	腹板平面度	板梁 $H/350$ ，箱梁 $H/250$ 且均不大于 8 mm
10	旁 弯	板梁 $L/5$ 且均小大于 8 mm
		箱梁 $3 + 0.1L$
11	支点高差	5 mm
12	主梁、纵横梁盖板，对腹板的垂直度	0.5 mm（有孔部位）
		1.5 mm（其他部位）

表 9.5.1—2 钢桁梁位置允许偏差

序 号	项 目	允许偏差
1	墩台处横梁中线与设计线路中线偏移	10 mm
2	简支梁与连续梁间或两孔（联）间相邻横梁中线相对偏差	5 mm
3	墩台处横梁顶与设计高程偏差	± 10 mm
4	两孔（联）间相邻横梁相对高差	5 mm
5	每孔梁对角线支点的相对高差	5 mm
6	固定支座处梁支承中心里程与设计里程	± 10 mm

9.5.2 成桥后的结合梁允许偏差应符合表 9.5.2 的规定。

表 9.5.2 结合梁允许偏差

序 号	项 目	允 许 偏 差
1	桥梁全长	± 15 mm
2	梁 高	$+15$ -5 mm
3	桥面板厚度	$+10$ -5 mm
4	桥面板中心线与钢梁中心线	10 mm
5	桥面挡碴墙内侧宽度	$+10$ -5 mm
6	桥面平整度	3 mm
7	接触网支柱基座钢筋位置	5 mm
8	上拱度（与设计值相比）	$+10$ -3 mm

10 钢筋混凝土连续刚架、板式刚构连续梁

10.1 连续刚架桥施工

10.1.1 一般规定

1 连续刚架桥宜采用膺架法现场浇筑施工，膺架类型可结合地基的情况及基础形式进行选择。

2 连续刚架桥的基础、立柱及梁部，宜采用整体性浇筑，应保证结构的整体性及降低基础不均匀沉降引起的对连续刚架结构受力的影响。

10.1.2 连续刚架桥基础施工应按照设计要求进行，并应符合相关施工技术标准的有关规定。

10.1.3 立柱施工宜采用大块整体模板，并应保证立柱施工的连续性与整体性，满足混凝土的外观质量要求。

10.1.4 一联中所有立柱施工完成，混凝土强度达到设计值85%以上后，方可进行梁部施工。一联中的纵、横梁施工全部完成，混凝土强度达到设计值85%以上后，方可进行桥面板的施工。纵、横梁和桥面板也可同时施工。

10.1.5 在相邻连续刚架施工完成，混凝土强度达到设计值85%以上后，方可进行挂孔桥面板施工。挂孔桥面板可采用膺架现浇法或分块预制安装法施工。

10.1.6 桥面板施工应符合相关施工技术标准的有关规定。沉降观测点应按设计要求进行设置。

10.1.7 桥面板现浇施工，采用分段浇筑时应符合设计要求，并应考虑混凝土收缩、徐变等对桥面板的影响。桥面板混凝土强度达到设计要求后，方可拆除膺架。

10.1.8 连续刚架桥各结构部位分步施工时,应按设计要求进行混凝土接缝的处理。

10.1.9 膺架法施工应符合本技术指南第 5.1 节的有关规定。

10.1.10 连续刚架桥的质量检验及尺寸允许偏差见表 10.1.10—1、表 10.1.10—2、表 10.1.10—3 和表 10.1.10—4。

表 10.1.10—1 钢筋混凝土基础允许偏差

项 次	项 目	允 许 偏 差
1	断面尺寸	$\pm 10 \text{ mm}$
2	基底高程	$\pm 10 \text{ mm}$
3	顶面高程	$\pm 10 \text{ mm}$
4	底面混凝土保护层	$+5$ 0 mm
5	轴线偏位	10 mm

表 10.1.10—2 立柱允许偏差

项 次	项 目	允 许 偏 差
1	断面尺寸	$\pm 10 \text{ mm}$
2	垂 直 度	2 mm
3	柱顶高程	$\pm 10 \text{ mm}$
4	轴线偏位	10 mm

表 10.1.10—3 梁体工程允许偏差

项 次	项 目	允 许 偏 差
1	一联全长	$\pm 20 \text{ mm}$
2	跨 度	$\pm 10 \text{ mm}$
3	梁 宽	$\pm 10 \text{ mm}$
4	梁 高	$+10$ 0 mm
5	中心线偏位	10 mm
6	顶面平整度	每米长偏差 $\leq 3 \text{ mm}$
7	挡碴墙厚度	$+10$ 0 mm

表 10.1.10—4 挂梁安装允许偏差

项 次	项 目	允 许 偏 差
1	支座中心偏位	5 mm
2	顶面纵向高程	$+10$ -5 mm
3	支座高差	1.2% 梁高

10.2 板式刚构连续梁桥施工

10.2.1 板式刚构连续梁桥基础施工应符合本技术指南第 3 章的有关规定。

10.2.2 板式刚构连续梁桥墩台施工应符合本技术指南第 4 章的有关规定。

10.2.3 板式刚构连续梁一般宜采用膺架法施工。

10.2.4 膺架结构所采用材料、类型及对基础的要求应符合本技术指南第 5 章的有关规定。

10.2.5 钢筋的加工安装、混凝土的施工应符合相关施工技术标准的相关规定。

10.2.6 板体混凝土宜自跨中向两边分层对称浇筑。当需分段施工时，分段点宜在反弯点附近。当联长小于 100 m 时，梁部混凝土的浇筑应在初凝前一次完成，浇筑时应控制混凝土在夜晚低温时初凝，初凝温度应和设计合龙温度一致；当联长大于 100 m 时，可一次浇筑，也可以由两端向中间对称浇筑，对称浇筑时，应在墩顶混凝土初凝前完成下一孔的浇筑，全梁合龙要在夜晚低温时进行，合龙温度应满足设计要求。

10.2.7 膺架拆除顺序应先拆中部，再向两侧对称均衡进行。

10.2.8 板式刚构连续梁的质量控制应符合本技术指南第 5 章的相关规定。

11 桥梁支座

11.1 一般规定

11.1.1 支座到达现场后，必须检查产品合格证、附件清单和有关材质报告单或检验报告。并对支座外观尺寸进行全面检查。

11.1.2 根据线路坡度，按设计要求选用支座类型。

11.2 橡胶支座的安装

11.2.1 梁体安装就位后，方可拆除橡胶支座上下连接板。

11.2.2 支座安装前，应对墩台锚栓孔进行检查，合格后方可安装。架设箱梁时，箱梁落梁应先落在千斤顶上，再对支座下座板与支承垫石之间、锚栓孔内进行压力注浆，注浆材料的强度不应低于垫石混凝土的设计强度，弹性模量不小于 30 GPa，厚度不小于 10 mm。注浆压力不小于 1.0 MPa。待浆体填实并达到强度后，方可落梁。箱梁就位后，4 个支座应受力均匀。

11.3 支座安装质量标准

11.3.1 支座安装后，其允许误差应符合表 11.3.1 的规定

表 11.3.1 支座安装允许误差

序 号	项 目	允许误差
1	支座中心线与墩台十字线的纵向错动量	$\leq 15 \text{ mm}$
2	支座中心线与墩台十字线的横向错动量	$\leq 10 \text{ mm}$
3	支座板每块板边缘高差	$\leq 1 \text{ mm}$
4	支座螺栓中心位置偏差	$\leq 2 \text{ mm}$

续表 11.3.1

序 号	项 目		允许误差
5	同一端两支座横向中心线间的相对错位		$\leq 5 \text{ mm}$
6	螺 栓		垂直梁底板
7	4 个支座顶面相对高差		2 mm
8	同一端两支座纵向 中线间的距离	误差与桥梁设计中心线对称	$+30$ -10 mm
		误差与桥梁设计中心线不对称	$+15$ -10 mm

11.3.2 支座上下板螺栓的螺帽应安装齐全，并涂上黄油，无松动现象。

11.3.3 支座与梁底、支座与支承垫石应密贴，无缝隙。

11.3.4 支座锚栓孔应采用压力注浆填实，注浆材料和强度符合设计要求。

12 桥面及附属结构

12.1 有碴桥面

12.1.1 挡碴墙、电缆槽、接触网支座、步行板、人行道、栏杆或声屏障、防水层、保护层、泄水孔、伸缩缝和接地措施所用的材料和尺寸应符合设计要求，并符合铁道部颁布的客运专线相关技术标准的规定。

12.1.2 挡碴墙、电缆槽、接触网支座、步行板、人行道、栏杆或声屏障施工应符合铁道部现行铁路混凝土施工标准的有关规定，梁体桥面接触网支柱基座处应按设计要求进行局部加固。挡碴墙、端边墙的高度应符合设计要求。

12.1.3 电缆槽、接触网支柱基座设置必须符合设计要求，接触网支柱基座预埋螺栓位置准确、基座平整。

12.1.4 双侧人行道栏杆或声屏障内侧间距应符合设计要求，人行道栏杆平直且扶手高度一致。

12.1.5 人行道步行板应铺设齐平、稳固、无损坏，板间空隙应均匀。

12.1.6 防水层施工前，桥面基层、挡碴墙内侧、端边墙内侧基层应符合下列要求：

- 1 桥面基层应平整；
- 2 桥面基层及挡碴墙内侧根部至上拐角、内边墙和端边墙内侧根部上口的基层无蜂窝、麻面、浮碴、浮土、油污；
- 3 桥面基层、挡碴墙、内边墙、端边墙内侧基层应干燥。

12.1.7 防水层施工应满足设计要求。

12.1.8 防水层制成 24 h 后，方可进行保护层的施工。保护层

的厚度和排水坡度应符合设计要求。

12.1.9 泄水孔应符合设计要求，位置应准确，安装牢固。

12.1.10 梁端伸缩缝预埋钢板位置应准确，边压块榫口密贴，橡胶止水带与边压块无缝隙，橡胶止水带外形尺寸符合设计要求，盖板平整。

12.1.11 接地措施的施工应符合设计要求。

12.2 无 碴 桥 面

12.2.1 无碴桥面的电缆槽、接触网支柱基座、步行板、人行道、栏杆或声屏障、防水层、保护层、泄水孔、伸缩缝及接地措施应符合本技术指南第 12.1 节的有关规定。

12.2.2 混凝土底座的位置、长度及数量应符合设计要求。底座内预埋的泄水管应与桥面排水系统相连。

12.2.3 桥面防水卷材必须嵌入底座边预先设置的凹槽内。

12.2.4 接地措施的施工应符合设计要求。

12.3 桥面及附属结构质量标准

12.3.1 有、无碴桥面施工的允许偏差应符合表 12.3.1 的规定。

表 12.3.1 有、无碴桥面的施工允许偏差

项 目	允 许 偏 差
桥面基层平整度（1 m 靠尺检查）	不大于 3 mm
挡碴墙、端边墙厚度（有碴桥面）	$+10$ 0 mm
挡碴墙、端边墙高度（有碴桥面）	$+10$ 0 mm

13 涵 洞

13.1 一般规定

13.1.1 基坑应满足基础轮廓、边坡稳定、基坑排水和施工操作的需要，基底土质、处理方法和承载力应符合设计要求。基坑开挖应符合设计要求和本技术指南 3.1 节的有关规定。

13.1.2 基坑开挖经检验确认合格后，应及时施工基础和边墙，基坑应按设计要求及时回填。

13.1.3 涵洞沉降缝端面应竖直、平整，上下不得交错搭压影响沉降。填缝材料应具有弹韧性、不透水性和耐久性，并应连续填塞密实。圆形涵洞和盖板涵洞的沉降缝，应设在管节和盖板的接缝处，管节或盖板不得搭压管座基础或边墙的沉降缝。

13.1.4 防水层类型应符合设计要求，应具备防水、耐久、粘结牢固和必要的弹韧性。

13.1.5 涵洞进出口的河床应符合设计要求，洞口铺砌工程与上下游河床、排水设施连接应平顺、稳固。帽石和端、翼墙应平直、无翘曲现象，并应棱角鲜明，表面整洁。

13.1.6 混凝土或钢筋混凝土预制构件在移动、堆放、装卸、运输过程中，应防止碰撞，堆放时不应用金属或其他坚硬垫块支垫。

13.1.7 涵洞附近路堤过渡段填筑，除应符合设计要求外，尚应符合下列规定：

1 过渡段填筑施工，应在涵身结构混凝土或砌体砂浆达到设计强度后进行。

2 过渡段填筑必须从涵洞两侧同时、对称、水平分层进行

施工，并应逐层碾压密实。涵洞两侧紧靠边、翼墙部分和涵顶1.0 m以内高度范围，宜采用轻型机械施工，并应防止施工机械冲撞、推压结构物，涵顶填筑厚度超过1.0 m后，方可通行重型施工机械。涵洞附近路基填石时，应严格按设计填料和要求施工，并保护涵洞防水层不遭破坏。

13.1.8 涵洞的沉降控制应符合设计要求。

13.2 圆形涵洞

13.2.1 钢筋混凝土圆管制作应符合下列规定：

1 管节端面应平直，正交管端面应与管节轴线垂直，斜交管端面与管节轴线斜交角度应符合设计要求。

2 管节内外壁混凝土表面应坚实、光洁、圆顺，无蜂窝麻面，钢筋保护层厚度符合设计要求。

3 管节混凝土强度符合设计要求。

13.2.2 圆形涵洞安装管节时应符合下列规定：

1 管节应按设计坡度安装，每一沉降段的内侧管壁应对齐平顺，管节必须支垫稳固，管座范围内基础顶面应清洗干净，不得有泥土、杂物。

2 平接管接头缝宽度一般应为1~2 cm，采用设计规定材料连续填塞密实。插口管接口应按承插口迎水安装，环状缝隙应均匀，应用设计要求的防水材料将环状缝隙填塞紧密。

3 管节安装完毕，应复查每一沉降段及全涵长度和流水面高程，确认符合设计要求后方可进行管座混凝土浇筑。

13.3 盖板涵

13.3.1 基础和边墙的施工应符合设计要求。

13.3.2 盖板现场浇筑时，宜采用钢模板施工，并按设计沉降段连续进行混凝土浇筑。不能一次连续完成混凝土浇筑时，应按垂直涵洞轴线方向设置施工缝，接续施工应符合相关施工技术标

准的有关规定。

13.3.3 预制盖板安装时应符合下列规定：

1 预制盖板的混凝土强度达到设计要求后方可吊、运、安装。

2 安装前应检查盖板长宽尺寸和涵洞与安装有关的部位尺寸，影响安装部位应提前进行修整。

3 接合面混凝土应清洗干净，安装时应先将接合面混凝土洒水润湿，按设计要求将接缝填满、塞实，抹平表面。

13.3.4 支架拆除和涵顶填土应符合下列规定：

现浇盖板混凝土达到设计强度 75% 后方可拆除支架，但必须达到设计强度后才能进行涵顶填土。盖板混凝土达到设计强度 75%，支架未拆除时可以进行涵顶填土，但必须达到设计强度后方可拆除支架。

预制盖板安装后，混凝土达到设计强度后方可进行涵顶填土。

13.4 框 架 涵

13.4.1 拼装式钢筋混凝土框架涵洞施工，除应符合相关施工技术标准的有关规定外，尚应符合下列规定：

1 预制涵节宜采用钢模板，采用木模时应具有足够的刚度，内外模板间应设有控制厚度措施，保证涵节形状尺寸准确和大面、端面平直。

2 预制涵节拼装前，应将混凝土接合面清洗干净，影响拼接质量部位应提前修整。

3 预制涵节拼装时，应防止碰撞，宜从线路中心向上下游依次进行施工，涵节底面应填满垫实，接缝宽度应符合设计要求，并按设计要求填实、抹平。

4 预制涵节接合面水泥砂浆达到设计强度后方可进行路基填土。双孔拼装框架涵边墙间缝隙，应按设计要求处理。

13.4.2 现浇钢筋混凝土框架涵施工，除应符合相关施工技术标准的有关规定和设计要求外，尚应符合下列规定：

1 涵身混凝土浇筑可分两阶段施工：先浇筑底板，待底板混凝土达到设计强度 50% 后，再施工中、边墙及顶板。

2 施工接缝应平直无错台、无漏浆、无麻面。

3 拆除顶板模板时，混凝土强度应符合设计要求。

13.5 渡槽、倒虹吸管

13.5.1 渡槽施工应符合下列规定：

1 渡槽的梁与台、梁与梁连接处，预留止水缝缺口或预埋止水缝螺栓，应符合设计要求。渡槽槽梁架设就位后，安装止水缝和填塞止水材料，应符合设计要求并不得漏水。

2 槽台尾端与进、出口扭曲段连接处的沉降缝，应按设计填缝深度和填缝材料施工，严防渗漏。边坡护砌工程，应按设计要求封缝。

3 槽梁设计为 U 形时，宜采用反置浇筑混凝土方法施工（槽梁横杆采用预制件预埋在底模中）。槽梁的质量和渡槽墩、台施工应符合相关施工技术标准的有关规定。

4 槽梁起吊、架设时，应防止与墩、台及已架设的槽梁发生碰撞，支座安装应放平、垫实。

13.5.2 倒虹吸管施工应符合下列规定：

1 倒虹吸管的水平管，宜采用预制管做内模、外套管混凝土连续浇筑方法施工。内模管安装时，应使用与外套管同等级混凝土预制的垫块支承稳固，检查安装质量符合设计要求、内模管内侧接缝已用高强度水泥砂浆封填严密后，方可浇筑外套管混凝土。外套管混凝土必须连续浇筑、振捣密实，并应做好混凝土保湿养生工作。

2 倒虹吸管的竖井与水平管接合面等混凝土施工缝施工，应符合相关施工技术标准的有关规定。

3 倒虹吸管进、出口矩形槽止水缝和矩形槽与渠道加固段相接处的沉降缝，应按设计要求做好塞缝。边坡护砌工程，应按设计要求封缝。

4 倒虹吸管在填土覆盖前，应做通水试验。

13.6 涵洞质量标准

13.6.1 圆形涵洞质量标准

1 预制管节质量应符合表 13.6.1—1 和本技术指南第 13.2.1 条的规定。

2 涵洞各部位偏差应符合表 13.6.1—2 的规定，混凝土和砂浆强度应符合设计要求。

3 涵身直顺，进、出口平顺无阻水现象，沉降缝直顺、整洁，并符合本技术指南第 13.1.3 和第 13.1.4 条的规定。

表 13.6.1—1 预制管节允许偏差

序 号	项 目	允 许 偏 差
1	内 径	± 10 mm
2	壁 厚	$+10$ -5 mm
3	管节长度	0 -10 mm

表 13.6.1—2 圆涵各部位允许偏差

序 号	项 目		允 许 偏 差
1	轴 线		20 mm
2	流水面高程		$+20$ 0 mm
3	涵身长度		$+100$ -50 mm
4	管座、基础宽度		不小于设计值
5	相邻管节两侧及底面错台	管径小于 100 mm	3 mm
		管径大于等于 100 mm	5 mm

13.6.2 盖板涵质量标准

1 盖板涵各部位偏差应符合表 13.6.2 的规定,混凝土和砂浆强度应符合设计要求。

2 涵身直顺,盖板平直,混凝土表面平整坚实,无蜂窝、麻面。沉降缝直顺、整洁无渗漏,并符合本技术指南第 13.1.3 条的规定。

3 进、出口流水顺畅,整洁美观,并符合本技术指南第 13.1.4 条的规定。

表 13.6.2 盖板涵各部位允许偏差

序 号	项 目	允 许 偏 差
1	轴 线	20 mm
2	钢筋混凝土盖板	长、宽 -10 mm, 厚 $+10$ mm
3	流水面高程	$+20$ 0 mm
4	长 度	$+100$ -50 mm
5	跨 径	± 20 mm
6	高 度	不小于设计值
7	盖板接缝错台	10 mm

13.6.3 框架涵质量标准

1 框架涵各部位偏差,应符合表 13.6.3 的规定,混凝土和砂浆强度应符合设计要求。

2 涵身直顺,混凝土表面平整坚实、无蜂窝、麻面。沉降缝直顺、整洁、无渗漏,并符合本技术指南第 13.1.3 条的规定。

3 进、出口流水顺畅,整洁美观,并符合本技术指南第 13.1.4 条的规定。

表 13.6.3 框架涵各部位允许偏差

序 号	项 目	允 许 偏 差
1	轴线偏位	20 mm
2	流水面高程	$+20$ 0 mm

续表 13.6.3

序 号	项 目	允 许 偏 差
3	孔 径	$\pm 20 \text{ mm}$
4	涵顶高程	$\pm 15 \text{ mm}$
5	涵 长	$+100$ -50 mm
6	涵身厚度	$+10$ -5 mm
7	涵身接缝错台	3 mm

13.6.4 渡槽质量标准

1 渡槽各部位允许偏差应符合表 13.6.4 的规定，混凝土和砂浆强度应符合设计要求。

2 渡槽的止水缝、沉降缝封闭符合设计要求，无渗漏现象。

3 渡槽槽身与上、下游沟槽连接顺适，流水畅通，符合设计要求。

表 13.6.4 渡槽各部位允许偏差

序 号	项 目	允 许 偏 差
1	轴 线	20 mm
2	流水面高程	$+20$ 0 mm
3	槽梁尺寸	长 -10 mm; 宽、高 $\pm 10 \text{ mm}$; 壁厚 $+10$ 0 mm
4	其他结构尺寸	$\pm 20 \text{ mm}$

13.6.5 倒虹吸管质量标准

1 倒虹吸管的内模管采用预制钢筋混凝土圆管时，圆管质量应符合表 13.6.1—1 和本技术指南第 13.2.1 条的规定。

2 内模管管节接缝严密、坚实、不漏水。竖井井身竖直，混凝土表面平整、坚实，无蜂窝、麻面，铁脚蹬牢固、适用，符合设计要求。倒虹吸管的各部位偏差应符合表 13.6.5 的规定。

3 竖井与上、下游沟、槽连接顺适，流水顺畅，施工缝、沉降缝和砌体砌缝填塞紧密，表面整洁，无破损、无渗漏现象。

4 倒虹吸管混凝土和砂浆强度应符合设计要求。

表 13.6.5 倒虹吸管各部位允许偏差

序 号	项 目	允 许 偏 差
1	轴线位置	20 mm
2	水平管流水面高程	± 20 mm
3	水平管长度	$+100$ -50 mm
4	水平管内壁侧面及底面管节错台	3 mm
5	竖井尺寸	± 20 mm
6	竖井顶面高程	± 20 mm

14 环 境 保 护

14.1 一 般 规 定

14.1.1 铁路桥涵工程施工要认真贯彻“预防为主，防治结合，综合治理的原则，做到统一规划，合理布局，综合利用，化害为利，严格控制污染源，保护生态环境”。

14.1.2 桥涵施工组织设计应按设计要求，并结合工程实际，对在施工中可能造成的环境破坏和不利影响提出具体预防措施并付诸实施。施工完成后，应及时清理施工垃圾，做到文明施工。

14.2 防止水土污染和流失

14.2.1 桥涵工程施工中，对取弃土、弃碴场、临时用地应结合当地土地利用规划，统筹考虑。取弃土、弃碴要少占用耕地，保护植被和沿线的原有地形地貌。土方运输过程中，应采取措施防止撒漏。

14.2.2 清洗施工机械、设备的废水、废油以及生活污水，不得直接排放于溪流、湖泊或其他水域中，也不得排泄于饮用水源附近的土地上，以防止污染水质和土地。

14.2.3 采用泥浆护壁进行钻孔桩施工时，应采取措施防止泥浆对环境造成污染。

14.3 防治空气和噪声污染

14.3.1 施工和各项临时设施、施工机械运输组装场地、材料加工厂、混凝土工厂等，均宜远离居民区并处于下风区。如无法满足时，应采取适当的防尘防噪声等保护措施。

14.3.2 在城镇居民地区施工时，由机械设备和工艺操作所产生的噪声不能超过国家规定的建筑施工临界噪声排放标准，否则应采取消声措施。

14.3.3 工程用的粉末材料，不得散装散卸。在露天堆存时，应防止尘埃飞扬和因水流失。

14.4 文物和景区保护

14.4.1 桥涵工程施工中应加强对文物、古迹的保护。在施工中发现文物古迹时应立即与当地文物保护部门联系，并采取必要的保护措施。

14.4.2 在文物古迹附近进行桥涵施工时，应采取必要的措施加强对文物古迹的保护。施工不得损及文物古迹。

14.4.3 在景区进行桥涵施工时，不得破坏景区的环境。施工结束后，应按设计要求进行必要的恢复。

本技术指南用词说明

执行本技术指南条文时，对于要求严格程度的用词说明如下，以便在执行中区别对待。

(1) 表示很严格，非这样作不可的用词：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

(2) 表示严格，在正常情况下均应这样作的用词：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

(3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样作的用词：

正面词采用“宜”；

反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

《客运专线铁路桥涵工程施工技术指南》

条文说明

本条文说明系对重点条文的编制依据、存在的问题以及在执行中应注意的事项等予以说明。为了减少篇幅,只列条文号,未抄录原文。

1.0.3 本技术指南在编写过程中参考的其他标准和依据还有:

- (1) 《客运专线铁路预制后张法预应力混凝土(有碴、无碴)简支梁技术条件》(初稿)
- (2) 《客运专线铁路钢筋混凝土连续刚构桥技术条件》(初稿)
- (3) 《客运专线铁路结合梁、钢梁制造技术条件》(初稿)
- (4) 《铁路工程基本术语标准》(TB/T 50262—97)
- (5) 《铁路桥涵施工规范》(TB 10203—2001)
- (6) 《铁路桥涵工程质量检验评定标准》(TB 10145—98)
- (7) 《铁路架桥机架梁规程》(TB 10213—99)
- (8) 《预制后张法预应力混凝土铁路简支梁》(GB 7418—1995)
- (9) 《起重机设计规范》(GB 3811)
- (10) 《铁路混凝土与砌体工程施工规范》(TB 10210—2001)
- (11) 《铁路钢桥制造规范》(TB 10212—98)
- (12) 《铁路混凝土桥梁桥面 TQF-I 型防水层技术条件》(TB/T 2965—1999)
- (13) 《铁路混凝土强度检验评定标准》(TB 10425—94)
- (14) 《秦沈客运专线桥梁制造与架设施工技术细则》(试行)(建技〔2000〕48号及建技〔2001〕10号)
- (15) 《秦沈客运专线桥梁工程质量检验与评定标准》(试行)(建技〔2000〕86号及建技〔2001〕10号)

