

ICS 45.040
S 13

TB

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 3043—2018

代替 TB/T 3043—2005

客货共线铁路预制后张法 预应力混凝土简支梁

Precast post-tensioned prestressed concrete simply-supported beam
of mixed passenger and freight railway

2018-12-25 发布

2019-07-01 实施

国家铁路局 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 技术要求	1
4 检验方法	8
5 检验规则	9
6 标志与制造技术证明书	19
7 储存及运输	19
附录 A(规范性附录) 客货共线铁路预制后张法预应力混凝土简支梁混凝土试件数量表	20
附录 B(规范性附录) 预应力管道压浆材料试验方法	21
附录 C(资料性附录) 制造技术证明书示例	26

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 TB/T 3043—2005《预制后张法预应力混凝土铁路桥简支 T 梁技术条件》。与 TB/T 3043—2005 相比,除编辑性修改外主要技术变化如下:

- 增加了简支箱梁的内容(见第 3 章、第 5 章、第 7 章);
- 修改了细骨料的材料要求,并明确了其他原材料应符合 TB/T 3275 的规定(见 3.2.2,2005 年版的 3.2.3);
- 增加了 HPB300、HRB400、HRB500 普通钢筋的要求(见 3.2.10);
- 增加了横向张拉预留管道宜采用钢管成孔的要求(见 3.2.14);
- 删除了工艺要求中一些与梁体结构本身无关的一些要求,如台座、脱模剂、钢配件等要求(见 2005 年版的 3.3.1、3.3.3、3.3.4);
- 修改了对模板安装尺寸允许偏差的要求(见 3.3.1,2005 年版的 3.3.2);
- 增加了对横向钢筋焊接接头在同一截面个数的要求(见 3.3.2);
- 修改了保护层垫块的个数、材质要求(见 3.3.3,2005 年版的 3.3.6.4);
- 修改了混凝土拌合物入模前含气量要求(见 3.3.3,2005 年版的 3.3.7.6);
- 增加了梁体混凝土抗冻融、电通量以及保护层混凝土耐久性试验的要求[见 3.3.3k),1)、3.4.3、3.4.4、3.4.5];
- 修改了混凝土强度、弹性模量取样的要求(见 3.3.3,2005 年版的 3.3.7.9);
- 修改了箱梁纵向预应力钢筋终张拉的龄期要求[见 3.3.6e),2005 年版的 3.3.10.6];
- 修改了预应力筋张拉两端伸长量差值的要求[见 3.3.6l),2005 年版的 3.3.10.9];
- 增加了只对纵向钢束进行损失测试及测试频率的要求[见 3.3.6j)];
- 修改了压浆时及压浆后对梁体及环境温度要求时长(见 3.3.7,2005 年版的 3.3.11.1);
- 增加了管道压浆宜采用真空辅助压浆工艺的要求(见 3.3.7);
- 修改了封锚混凝土的材质要求[见 3.3.8a),2005 年版的 3.3.12.2];
- 增加了对封锚混凝土耐久性试验及养护的要求(见 3.3.8);
- 修改了预制梁产品质量要求(见 3.4,2005 年版的 3.4);
- 修改了混凝土原材料、混凝土抗冻性、骨料碱活性的检验方法(见 4.2、4.4、4.7,2005 年版的 4.1、4.3.2、4.3.1);
- 增加了混凝土电通量、碱含量、防水层及保护层、预应力管道压浆材料的检验要求(见 4.5、4.6、4.9、4.11);
- 修改了检验规则(见第 5 章,2005 年版的第 5 章)。

本标准由中国铁路经济规划研究院有限公司归口。

本标准起草单位:中铁工程设计咨询集团有限公司、中国铁道科学研究院集团有限公司铁道建筑研究所。

本标准主要起草人:徐升桥、任为东、沈平、邓运清、牛斌、刘玉亮、陈海涛、马林、汪鹏翔、田杨、苏永华、王乐然、李金光。

本标准所代替标准的历次版本发布情况:TB/T 3043—2005。

客货共线铁路预制后张法预应力混凝土简支梁

1 范围

本标准规定了客货共线铁路预制后张法预应力混凝土简支梁的技术要求、检验方法、检验规则、标志与制造技术证明书、储存及运输。

本标准适用于客货共线铁路预制后张法预应力混凝土简支梁(以下简称“预制梁”)。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB/T 176 水泥化学分析方法
- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 1346 水泥标准稠度用水量、凝结时间、安定性检验方法
- GB/T 1499.1 钢筋混凝土用钢 第1部分:热轧光圆钢筋
- GB/T 1499.2 钢筋混凝土用钢 第2部分:热轧带肋钢筋
- GB/T 5224 预应力混凝土用钢绞线
- GB/T 5836.2 建筑排水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管件
- GB/T 8077 混凝土外加剂匀质性试验方法
- GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法(ISO法)
- GB/T 20221 无压埋地排污、排水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材
- GB/T 20065 预应力混凝土用螺纹钢筋
- GB/T 50080 普通混凝土拌合物性能试验方法标准
- GB/T 50081 普通混凝土力学性能试验方法标准
- GB/T 50082 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准
- JB/T 5067 钢铁制件粉末渗锌
- JG 225 预应力混凝土用金属波纹管
- TB/T 2092 预应力混凝土铁路桥简支梁静载弯曲试验方法及评定标准
- TB/T 2922.1 铁路混凝土用骨料碱活性试验方法 岩相法
- TB/T 2922.3 铁路混凝土用骨料碱活性试验方法 砂浆棒法
- TB/T 2922.4 铁路混凝土用骨料碱活性试验方法 岩石柱法
- TB/T 2922.5 铁路混凝土用骨料碱活性试验方法 快速砂浆棒法
- TB/T 2965 铁路混凝土桥面防水层技术条件
- TB/T 3193 铁路工程预应力筋用夹片式锚具、夹具和连接器
- TB/T 3274 铁路混凝土梁配件多元合金共渗防腐技术条件
- TB/T 3275 铁路混凝土
- TB 10425 铁路混凝土强度检验评定标准

3 技术要求

3.1 产品类型及基本要求

3.1.1 预制梁包括预应力混凝土箱梁、多片式T梁。

3.1.2 预制梁应按经有关部门批准的图纸及本标准制造。

3.2 原材料

3.2.1 水泥应采用品质稳定、强度等级不低于 42.5 级的硅酸盐或普通硅酸盐水泥,水泥中混合材仅限于磨细矿渣粉或粉煤灰,技术要求应符合 TB/T 3275 的规定。

3.2.2 细骨料应采用硬质洁净的天然河砂(或经试验确认符合质量要求的机制砂),细度模数为 2.6~3.2,含泥量不应大于 2.0%,泥块含量不应大于 0.5%,其余技术要求应符合 TB/T 3275 的规定。

3.2.3 粗骨料应为坚硬耐久的岩碎石,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不应小于 1.5,含泥量不应大于 0.5%,泥块含量不应大于 0.2%,针片状颗粒含量不应大于 5%,其余技术要求应符合 TB/T 3275 的规定。

3.2.4 选用的骨料应进行碱活性试验,不应采用具有碱-碳酸盐反应活性的骨料,应优先采用非活性骨料。受条件限制采用骨料的碱-硅酸反应膨胀率大于或等于 0.1% 且小于 0.2% 时,混凝土中的总碱含量不应超过 3.0 kg/m^3 ,且应按 TB/T 3275 的要求进行矿物掺和料和外加剂抑制混凝土碱-骨料反应有效性评价。

3.2.5 减水剂及引气剂的技术要求应符合 TB/T 3275 的规定。

3.2.6 混凝土矿物掺和料应采用性能稳定的粉煤灰、磨细矿渣粉,除磨细矿渣粉比表面积宜为 $400 \text{ m}^2/\text{kg} \sim 500 \text{ m}^2/\text{kg}$ 外,其余性能指标应符合 TB/T 3275 规定。

3.2.7 混凝土拌和及养护用水应符合 TB/T 3275 的规定。

3.2.8 混凝土拌和物(含封锚混凝土及防水层保护层混凝土)中各种原材料引入的氯离子含量不应超过胶凝材料总量的 0.06%, SO_3 含量不应超过胶凝材料总量的 4.0%。

3.2.9 预应力钢绞线的各项性能应符合 GB/T 5224 的规定,预应力螺纹钢筋的各项性能应符合 GB/T 20065 的规定。当横向预应力筋采用预应力混凝土用螺纹钢筋时,应采用配套的锚具及垫板;当横向预应力筋采用钢绞线时,应使用低回缩锚具。

3.2.10 普通钢筋应采用 HPB300 钢筋和未经高压穿水处理的 HRB400、HRB500 钢筋,其性能应符合 GB/T 1499.1、GB/T 1499.2 的规定,HRB400、HRB500 钢筋的碳当量应分别不大于 0.50%、0.52%。

3.2.11 钢配件用的普通碳素钢,应符合 GB/T 700 的规定。钢配件应符合 TB/T 3274 的规定,并满足设计要求。

3.2.12 锚具、夹具应符合 TB/T 3193 的规定。

3.2.13 混凝土桥面的防水材料及保护层应符合 TB/T 2965 规定,并满足设计要求。

3.2.14 预应力筋预留管道应采用抽拔橡胶棒或金属波纹管成孔。横向张拉预留管道宜采用钢管成孔。

3.2.15 压浆材料不应使用碱含量超过 0.75% 的膨胀剂或以铝粉为膨胀源的膨胀剂,不应掺入含氯盐类、亚硝酸盐类或其他对预应力筋有腐蚀作用的外加剂。

3.2.16 金属波纹管性能应符合 JG 225 规定。

3.2.17 抽拔橡胶棒应无表面裂口、表面热胶粒、胶层海绵。胶层气泡、表面杂质痕迹长度不应大于 3 mm、深度不应大于 1.5 mm,且每米不应多于一处;外径偏差 $\pm 4 \text{ mm}$;不圆率应小于 20%;硬度(邵氏 A 型)为 65 ± 5 ;拉伸强度不小于 12 MPa,扯断伸长率不小于 350%,300% 定伸强度不小于 6 MPa。

3.2.18 泄水管及管盖应采用 PVC-U 材料(白色),聚氯乙烯含量不应大于 80%,其性能应符合 GB/T 20221 的规定。管件联结应符合 GB/T 5836.2 规定,并满足设计要求。泄水管及管盖配合应联结牢固,宜采用卡扣式联结。

3.3 主要工艺技术要求

3.3.1 模板应符合下列规定:

- a) 模板应具有足够的强度、刚度和稳定性;应保证梁体各部形状、尺寸及预埋件的准确位置。模板在构造上应满足预应力张拉、混凝土灌注、模板安拆等工艺要求。模板安装尺寸允许偏差应符合表 1 的规定;

表 1 模板安装尺寸允许偏差

序号	项 目		要 求
1	模板总长	$L \leq 16$ m	+ 10 mm
		$L > 16$ m	+ 15 mm
2	底模板宽	mm	+5 0
3	底模板中心线与理论位置偏差	mm	2
4	箱梁桥面板中心线与理论位置偏差	mm	10
5	T 梁桥面板内外侧与理论位置偏差	mm	5
6	腹板中心线与理论位置偏差	mm	5
7	横隔板中心位置偏差和垂直度		2 mm/2 mm
8	模板倾斜度偏差		3‰
9	模板平整度		2 mm/m
10	桥面板宽	mm	T 梁: +10、箱梁: ±10
11	腹板厚度	mm	+10 0
12	底板厚度	mm	+10 0
13	顶板厚度	mm	+10 0
14	横隔板厚度	mm	+10 -5
15	端模板、侧模板预留预应力孔道偏离设计位置	mm	3
16	端模板锚穴预设角度与设计值偏差	°	0.5
17	整体模板对角线相互差值	mm	±15
18	内模板高度及纵向中心线偏离设计位置	mm	±5

b) 预留压缩量和反拱应根据设计要求及制梁的实际情况设置。

3.3.2 预留管道、预应力筋及钢筋位置应符合表 2 的规定,并按设计要求设置管道定位钢筋网。

表 2 预留管道、预应力筋及钢筋绑扎允许偏差

序号	项 目		要 求
1	预应力管道在任何方向与设计位置的偏差	mm	4
2	桥面主筋间距及位置偏差(拼装后检查)	mm	15
3	底板钢筋间距及位置偏差	mm	8
4	箍筋间距及位置偏差	mm	15
5	腹板箍筋的垂直度(偏离垂直位置)	mm	15
6	混凝土保护层厚度与设计值偏差(腹板、顶、底板拉筋除外)	mm	+5 0
7	预应力定位网钢筋位置偏差	mm	10
8	其他钢筋偏移量	mm	≤20
9	横向钢筋焊接接头在同一截面个数		不超过总数 1/3

3.3.3 混凝土灌筑工艺应符合下列规定：

- a) 混凝土胶凝材料总量不应超过 500 kg/m^3 , 水胶比不应大于 0.35。混凝土原材料配合比、拌和及灌筑应符合 TB/T 3275 的有关规定；
- b) 混凝土拌和物配料应采用自动计量及自动投料装置,粗、细骨料中的含水量应及时测定,并按实际测定值确定施工配合比;不应在拌和物出机后加水；
- c) 在配制混凝土拌和物时,水、水泥、掺和料、外加剂的称量应准确到 $\pm 1\%$,粗、细骨料的称量应准确到 $\pm 2\%$ (均以质量计);拌和机自动计量装置应即时显示称量误差；
- d) 灌筑混凝土前,应检查钢筋保护层垫块的位置、数量及其紧固程度。构件侧面和底面的垫块至少应为 4 个/m^2 ,绑扎垫块和钢筋的镀锌扎丝头不应伸入保护层内。保护层垫块的尺寸应保证钢筋混凝土保护层厚度的准确性,其形状(宜为工字形或锥形)应有利于钢筋的定位,不应使用普通砂浆垫块和塑料垫块,宜采用细石混凝土垫块,其各项性能不应低于梁体混凝土性能；
- e) 箱梁应采用泵送混凝土连续灌筑、一次成型,灌筑时间不应超过 6 h 或混凝土的初凝时间。T 梁灌筑总时间不应超过 3.5 h；
- f) 预制梁混凝土拌和物入模前含气量应控制在 $2\% \sim 4\%$ ；
- g) 预制梁混凝土灌筑时,模板及钢筋温度宜在 $5 \text{ }^\circ\text{C} \sim 35 \text{ }^\circ\text{C}$ ；
- h) 预制梁混凝土拌和物入模温度宜在 $5 \text{ }^\circ\text{C} \sim 30 \text{ }^\circ\text{C}$ ；
- i) 预制梁混凝土应具有良好的密实性。梁体混凝土灌筑时,箱梁宜以插入式振捣棒振捣为主、附着式侧振为辅;T 梁宜采用附着式侧振并辅以插入式振捣棒振捣成型。振捣棒应垂直点振,不应撞击管道及模板,不应平拉,并应防止过振、漏振；
- j) 当昼夜平均气温连续 3 d 低于 $5 \text{ }^\circ\text{C}$ 或最低气温低于 $-3 \text{ }^\circ\text{C}$ 时,应采取保温措施,并按冬期施工处理。夏期施工应采取防雨、防晒、降温措施；
- k) 生产前,应进行混凝土配合比选定试验,制作抗冻融、电通量等混凝土耐久性试件各一组,进行耐久性试验；
- l) 批量生产中,预制梁每 $30\,000 \text{ m}^3$ 混凝土抽取一组抗冻融耐久性试件,每 $20\,000 \text{ m}^3$ 混凝土抽取一组电通量耐久性试件;防水层的保护层混凝土每 $2\,000 \text{ m}^3$ 混凝土进行一次耐久性试验；
- m) 预制梁在灌筑混凝土过程中,应随机取样制作标准养护和施工用混凝土强度、弹性模量试件。箱梁应从底板、腹板及顶板部位灌筑处分别取样,T 梁应均匀分布取样。施工试件应随梁体或在同样条件下振动成型、养护,28 d 标准试件按标准养护办理。取样的数量和部位见附录 A。

3.3.4 预制梁混凝土养护应符合下列规定：

- a) 蒸汽养护分静停、升温、恒温、降温四个阶段。静停期间应保持棚温不低于 $5 \text{ }^\circ\text{C}$,灌筑完 4 h 后方可升温,升温速度不应大于 $10 \text{ }^\circ\text{C/h}$,恒温养护期间蒸汽温度不宜超过 $45 \text{ }^\circ\text{C}$,降温速度不应大于 $10 \text{ }^\circ\text{C/h}$ 。恒温养护时间应根据梁体拆模强度要求、混凝土配合比及环境等通过试验确定。蒸汽养护结束后应立即进入自然养护；
- b) 自然养护时,梁体混凝土应保持潮湿。自然养护时间应根据混凝土强度发展情况和环境条件等确定。拆模后应及时覆盖洒水或喷涂混凝土养护剂,保湿养护时间不少于 14 d;相对湿度低于 40% 的地区箱梁保湿养护时间不宜少于 28 d；
- c) 梁体养护期间及撤除保温设施后,混凝土芯部温度不宜超过 $60 \text{ }^\circ\text{C}$,梁端等局部结构尺寸较大部位处最高不应超过 $65 \text{ }^\circ\text{C}$;梁体混凝土芯部与表层、表层与环境、箱内与箱外温差均不应超过 $15 \text{ }^\circ\text{C}$ ；
- d) 混凝土、环境温度测量及监控宜采用自动温度测试、调控系统；
- e) 当环境温度低于 $5 \text{ }^\circ\text{C}$ 时,预制梁表面宜喷涂养护剂,不对梁体混凝土洒水。

3.3.5 预制梁拆模应符合下列规定：

- a) 预制梁拆模时的混凝土强度应满足设计要求。当设计无具体规定时,应达到设计强度的 60% 以上。拆模时,梁体混凝土芯部与表层、表层与环境、箱内与箱外温差均不宜大于 15 ℃;且应保证棱角完整。当环境温度低于 0 ℃,应待表层混凝土冷却至 5 ℃ 以下方可拆除模板;在炎热或干燥季节,应采取逐段拆模、边拆边盖、边拆边浇水或边拆边喷涂养护剂的拆模工艺;
- b) 大风或气温急剧变化时不宜拆模。

3.3.6 预制梁预应力筋张拉应符合下列规定：

- a) 预应力预、初张拉宜及时进行,张拉数量及张拉力值应按设计规定进行;
- b) 预应力穿束前,应清除管道内的杂物及积水。钢绞线束应保证梳理顺直,不扭结;
- c) 预制梁带模预张拉时,混凝土强度应符合设计规定;T 梁预张拉时梁体外模板应松开,箱梁拆除端模并松脱内模但不移开,模板不应使梁体压缩造成阻碍;
- d) 初张拉时,梁体混凝土强度应符合设计规定。初张拉后,梁体方可吊出台位;
- e) 终张拉应在梁体混凝土强度及弹性模量达到设计值,且龄期箱梁不少于 10 d、T 梁不少于 14 d 时进行;
- f) 预施应力应采用两端同步张拉,并符合设计张拉顺序的规定。预施应力过程中,锚垫板承压面应与管道垂直,并保持两端的伸长量基本一致,两端伸长量之差宜不大于两端伸长量之和的 5%;
- g) 张拉期间应采取防止锚具及预应力筋出现锈蚀。在潮湿环境(相对湿度大于 60%)下,终张拉龄期不宜超过一个月;
- h) 预应力施工宜采用自动控制张拉系统,其技术要求应符合相关规定;
- i) 张拉用千斤顶的校正系数不应大于 1.05,油压表的精度不应低于 1.0 级。千斤顶标定的有效期不应超过一个月,且不应超过 200 次张拉作业。油压表检定周期不应超过 7 d,且宜采用防震压力表。当采用 0.4 级压力表时,检定周期可为 30 d,但每周应进行定期校准。千斤顶额定张拉力不应小于所需张拉力的 1.2 倍,且不应大于 2 倍;
- j) 预制梁生产期间,应至少对两件梁体纵向钢束进行管道摩阻损失测试,锚口及喇叭口摩阻按钢束种类进行预应力瞬时损失测试,必要时应由设计单位根据测试结果对张拉控制应力进行调整。正常生产后每 100 孔(T 梁双线孔)进行一次损失测试;
- k) 用于同一孔中各件梁的混凝土浇筑时间差、终拉时的混凝土龄期差均应满足设计要求;
- l) 预施应力值以张拉力读数为主,以预应力筋伸长值作校核。按预应力筋进场检验的弹性模量、实测管道摩阻计算的伸长值与实测伸长值相差不应大于 $\pm 6\%$;实测伸长值宜以 20% 张拉力作为测量的初始点;
- m) 后张预制梁终张拉完成时应实测梁体弹性上拱,终张拉前、后在理论支距下的实测上拱值 T 梁、箱梁分别不宜大于 1.05 倍、1.1 倍设计计算值;
- n) 后张预制梁在终张拉时及 24 h 后,断丝及滑丝数量不应超过预应力钢丝总数的 0.5%,并不应处于梁的同一侧,且一束内断丝不应超过一丝;
- o) 横向预应力采用一次张拉至张拉控制应力,张拉控制应力及顺序应满足设计要求。

3.3.7 管道压浆应符合下列规定：

- a) 后张预制梁终拉完成后,应在 48 h 内进行管道压浆。压浆时及压浆后 3 d 内,梁体及环境温度不得低于 5 ℃。压浆密封方式应保证不漏气、不渗水;
- b) 管道压浆料(压浆剂)搅拌机的转速应不低于 1 000 r/min,浆叶的线速度为 10 m/s ~ 20 m/s;压浆机应采用连续式压浆泵,压力表应采用防震压力表,压力表最小分度值不应大于 0.1 MPa,最大量程应使最大允许工作压力在其 25% ~ 75% 的量程范围内。管道压浆料(压浆剂)不应掺入含氯盐类、亚硝酸盐类或其他对预应力筋有腐蚀作用的外加剂;
- c) 管道压浆宜采用真空辅助压浆工艺;

- d) 压浆材料搅拌至浆体压入管道的时间间隔不应超过 40 min;
- e) 冬期压浆时应采取保温措施。

3.3.8 预制梁预应力筋封锚应符合下列规定：

- a) 封锚混凝土应采用补偿收缩混凝土,坍落度不宜大于 50 mm,分层捣实。锚穴周边不应出现干缩裂缝。封锚混凝土耐久性及抗压强度与梁体相同。封锚混凝土应每 150 m³进行一次混凝土耐久性试验;
- b) 封锚混凝土养护应保湿、防风,并符合 3.3.4 规定;
- c) 封锚混凝土养护结束后,应采用聚氨酯防水涂料对梁端面腹板及底板表面进行防水处理。封锚用聚氨酯防水涂料应符合 TB/T 2965 的规定。

3.3.9 横向联接混凝土,当横向联接板湿接缝混凝土的施工环境低于 5 ℃时,采取加温措施。混凝土拌和物的入模温度不应低于 5 ℃。必要时,采取连续保温养护,养护温度不应低于 5 ℃,直至满足拆模要求。

3.3.10 保护层混凝土断缝设置应满足设计要求,并用聚氨酯防水涂料将断缝灌满。防水层构造、排水坡度应满足设计要求。

3.3.11 泄水管、端边墙与桥面防水层间应密封、不渗水,泄水管和管盖构造及位置应满足设计要求。

3.4 质量要求

3.4.1 混凝土强度及弹性模量不应低于设计值。

3.4.2 预应力管道浆体性能指标满足表 3 要求。

表 3 浆体性能指标

序号	检验项目		性能指标
1	凝结时间 h	初凝	≥4
2		终凝	≤24
3	流动度 s	出机流动度	18 ± 4
4		30 min 流动度	≤28
5	泌水率	24 h 自由泌水率	0
6		3 h 毛细泌水率	≤0.1%
7	压力泌水率	0.22 MPa (当孔道垂直高度小于或等于 1.8 m 时)	≤3.5%
8		0.36 MPa (当孔道垂直高度大于 1.8 m 时)	
9	充盈度		合格
10	7 d 强度 MPa	抗折	≥6.5
11		抗压	≥35
12	28 d 强度 MPa	抗折	≥10
13		抗压	≥50
14	24 h 自由膨胀率		0 ~ 3%
15	含气量		2% ~ 4%

3.4.3 梁体混凝土及封锚混凝土抗冻性试件在 200 次冻融循环后,重量损失不应超过 5%、相对动弹性模量不应低于 80%。防水层保护层混凝土抗冻性试件在 300 次冻融循环后,重量损失不应超过 5%、相对动弹性模量不应低于 80%。

3.4.4 混凝土电通量不应大于 1 000 C。

3.4.5 预制梁成品的混凝土保护层厚度在 90% 保证率下不应小于设计要求。预制 T 梁抽样总数不小于

200点,预制箱梁抽样总数不小于600点。保护层测试仪修正系数应通过与标准试件的比对试验确定。

3.4.6 预制梁静载弯曲抗裂性 K_f 不应小于1.20。

3.4.7 预制梁的静载试验的静活载挠度应符合TB/T 2092的规定,并满足设计要求。

3.4.8 预制梁的外观、尺寸偏差及其他质量要求应符合表4规定。

表4 预制梁产品质量要求

项次	项 目		质量要求	说明
1	梁体及封锚混凝土外观		平整密实,整洁,不露筋,无空洞,无石子堆垒,桥面流水畅通。蜂窝深度不大于5 mm,长度不大于10 mm,不多于5个/m ²	—
2	梁体表面裂纹		桥面保护层、挡砟墙、横隔板、端边墙、封锚等,不允许有宽度大于0.2 mm的表面裂纹,其他部位梁体表面不允许有裂纹	—
3	产品 外形 尺寸	梁长	± 20 mm ($L > 16$ m); ± 10 mm ($L \leq 16$ m)	检查梁面及底板两侧
		跨度(L)	± 20 mm ($L > 16$ m); ± 10 mm ($L \leq 16$ m)	检查支座板中心距
		桥面及挡砟墙内侧宽度 mm	± 10	检查 $L/4$ 、跨中、 $3L/4$ 和梁两端
		腹板厚度 mm	T梁: +15、0;箱梁: +10、-5	检查 $L/4$ 、跨中、 $3L/4$ 和梁两端
		底板宽度 mm	T梁: +20、0;箱梁: ± 5	检查 $L/4$ 、跨中、 $3L/4$ 和梁两端
		桥面外侧偏离设计位置 mm	≤ 10	从支座螺栓中心放线,引向桥面
		梁高 mm	+10 -5	检查两端
		梁体上拱度	箱梁:不大于 $L/2\ 000$; T梁:不大于 $L/1\ 000$	终张拉后30 d时
		顶、底板厚 mm	+10 0	检查最大误差处
		横向预应力管道中心位置 mm	± 4	
		横隔板厚度 mm	+20 0	
		挡砟墙厚度 mm	± 5	
		表面倾斜偏差	≤ 3 mm/m	检查两端,抽查腹板
		梁面平整度	≤ 3 mm/m	检查 $L/4$ 、跨中、 $3L/4$ 和梁两端
保护层厚度	在90%保证率下不小于设计要求	梁跨中、梁两端的顶板顶底面、底板顶底面、两腹板内外侧面、梁两端面、挡砟墙侧面和顶面各20点		
底板顶面平整度	≤ 10 mm/m	检查 $L/4$ 、跨中、 $3L/4$ 和梁两端		

表4 预制梁产品质量要求(续)

项次	项 目		质量要求	说明		
4	预埋件	桥面预留钢筋偏差 mm	± 10	—		
		T 梁	人行道 套筒	横向及竖向间距偏差 mm	± 1	—
				对角螺孔间距偏差 mm	± 2	—
				钢板平整度 mm	1	—
			T 形钢位置偏差 mm	3	—	
		箱梁	接触网支柱预埋件偏差 mm	± 10	—	
			防落梁预埋板位置偏差 mm	± 10	—	
			声(风)屏障预埋件偏差 mm	± 10	—	
		伸缩缝预埋件偏差 mm	± 10	—		
		检查梯拉手预埋件偏差 mm	± 10	—		
		泄水管位置偏差 mm	± 10	—		
		支座板	每块边缘高差 mm	≤ 1	—	
			支座中心线偏离设计位置 mm	≤ 3	—	
			螺栓孔	垂直梁底板	—	
			螺栓孔中心偏差 mm	± 2	—	
外露底面	平整无损、无飞边,无空腹声、防锈处理满足设计要求		—			
5	防水层	符合 3.3.10 的规定	—			
6	桥牌	位置正确,安装牢固,内容齐全	—			

4 检验方法

- 4.1 梁体外观及外形尺寸采用目视检查或仪器测量。
- 4.2 混凝土原材料的检验按 TB/T 3275 规定的方法进行。
- 4.3 混凝土强度和梁体弹性模量试验按 GB/T 50081 规定的方法进行。
- 4.4 混凝土抗冻性试验按 GB/T 50082 规定的方法进行。
- 4.5 混凝土电通量试验按 GB/T 50082 规定的方法进行。

- 4.6 混凝土的碱含量计算按 TB/T 3275 规定的方法进行。
- 4.7 骨料碱活性试验按 TB/T 2922.1、TB/T 2922.3、TB/T 2922.4 或 TB/T 2922.5 规定的方法进行。
- 4.8 预埋金属件防腐处理试验按 TB/T 3274 及 JB/T 5067 规定的方法进行。
- 4.9 防水层及保护层检验按 TB/T 2965 规定的方法进行。
- 4.10 静载弯曲抗裂性及挠度试验按 TB/T 2092 规定的方法进行。
- 4.11 预应力管道压浆材料的检验按附录 B 进行。

5 检验规则

5.1 检验分类

原材料和配件检验分常规检验和型式检验；预制梁检验分为出场检验和型式检验。

5.2 原材料和配件检验

5.2.1 每批原材料或配件进场时应检查质量证明文件。其中，水泥应包括 C_3A 含量及混合材、助磨剂、石膏的名称、掺量，钢绞线应包括实际弹性模量值。

5.2.2 原材料和配件进场检验项目、检验频次等应符合表 5 规定。

5.3 预制梁出场检验

预制梁出场检验项目、检验频次应符合表 6 规定。

5.4 预制梁型式检验

5.4.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 正式投产时；
- 正式生产后，材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- 产品转场生产时；
- 停产 6 个月后，恢复生产时；
- 出场检验结果与上次型式检验有较大差异时。

5.4.2 预制梁型式检验项目见表 5、表 6。

5.5 静载弯曲试验

当有下列情况时，应进行静载弯曲抗裂性及挠度试验：

- 首件生产时；
- 正常生产中，T 梁每种跨度每 120 件、箱梁每种跨度每 60 件；
- 有质量缺陷，可能对产品的抗裂性及刚度有较大影响时。

表 5 预制梁原材料和配件检验项目和检验频次

序号	项 目	常规检验	型式检验
1	(1)比表面积	√	任何新选货源或使用同厂家、同规格、同品种的水泥达 6 个月者
	(2)凝结时间	√	
	(3)安定性	√	
	(4)强度	√	
	(5)烧失量	—	
	(6)游离 CaO 含量	—	
	(7)MgO 含量	—	
	(8)SO ₃ 含量	—	
	(9)碱含量	—	
	(10)Cl ⁻ 含量	—	
	(11)熟料 C ₃ A 含量	—	

表5 预制梁原材料和配件检验项目和检验频次(续)

序号	项 目	常规检验	型式检验	
2	细骨料	(1) 颗粒级配	√	任何新选货源或使用同厂家、同品种、同规格产品达12个月者
		(2) 吸水率	—	
		(3) 含泥量	√	
		(4) 泥块含量	√	
		(5) 云母含量	√	
		(6) 轻物质含量	√	
		(7) 有机物含量	√	
		(8) 硫化物及硫酸盐含量	—	
		(9) 坚固性	—	
		(10) Cl ⁻ 含量	—	
		(11) 碱活性	—	
3	粗骨料	(1) 颗粒级配	√	任何新选货源或使用同厂家、同品种、同规格产品达12个月者
		(2) 岩石抗压强度	—	
		(3) 吸水率	—	
		(4) 紧密空隙率	—	
		(5) 压碎指标	√	
		(6) 坚固性	—	
		(7) 针片状颗粒含量	√	
		(8) 含泥量	√	
		(9) 泥块含量	√	
		(10) 硫化物及硫酸盐含量	—	
		(11) Cl ⁻ 含量	—	
		(12) 碱活性	—	
4	拌和及养护水	(1) pH值	—	任何新水源或同一水源的涨水季节或使用同一水源达12个月者
		(2) 不溶物含量	—	
		(3) 可溶物含量	—	
		(4) 氯化物含量	—	
		(5) 硫酸盐含量	—	
		(6) 碱含量	—	
		(7) 凝结时间差	—	
		(8) 抗压强度比(28 d)	—	

表 5 预制梁原材料和配件检验项目和检验频次(续)

序号	项 目	常规检验	型式检验	
5	减水剂	(1)减水率	√	任何新选货源或使用同厂家、同品种的产品达 6 个月以及出厂日期达 6 个月者
		(2)坍落度 1 h 经时变化量	—	
		(3)泌水率比	√	
		(4)压力泌水率比(泵送混凝土时)	√	
		(5)含气量	√	
		(6)抗压强度比	√	
		(7)收缩率比	—	
		(8)硫酸钠含量	—	
		(9)Cl ⁻ 含量	—	
		(10)碱含量	—	
		(11)凝结时间差	—	
		(12)甲醛含量	—	
6	引气剂	(1)减水率	√	任何新选货源或使用同厂家、同品种的产品达 6 个月以及出厂日期达 6 个月者
		(2)含气量	√	
		(3)泌水率比	√	
		(4)含气量 1 h 经时变化量	√	
		(5)抗压强度比(3 d/7 d/28 d)	√	
		(6)凝结时间差(初凝/终凝)	√	
		(7)收缩率比	—	
		(8)相对耐久性指数(200次)	—	
		(9)28 d 硬化体气泡间距系数	—	
7	粉煤灰	(1)细度	√	任何新选货源或使用同厂家、同批号、同品种的产品达 6 个月者
		(2)烧失量	√	
		(3)含水量	—	
		(4)需水量比	√	
		(5)SO ₃ 含量	—	
		(6)碱含量	—	
		(7)Cl ⁻ 含量	—	
		(8)CaO 含量	—	
		(9)游离 CaO 含量	√	

表5 预制梁原材料和配件检验项目和检验频次(续)

序号	项 目	常规检验	型式检验		
8	磨细矿渣	(1)密度	—	√	任何新选货源或使用同厂家、同批号、同品种的产品达6个月者
		(2)比表面积	√	√	
		(3)烧失量	√	√	
		(4)MgO含量	—	√	
		(5)SO ₃ 含量	—	√	
		(6)Cl ⁻ 含量	—	√	
		(7)含水量	√	√	
		(8)流动度比	√	√	
		(9)活性指数	√	√	
		(10)碱含量	—	√	
9	压浆剂 (压浆料)	(1)抗压强度(7 d、28 d)	√	√	任何新选货源或使用同厂家、同品种、同规格的产品达12个月者
		(2)抗折强度(7 d、28 d)	√	√	
		(3)24 h自由泌水率	√	√	
		(4)3 h毛细泌水率	—	√	
		(5)出机流动度	√	√	
		(6)30 min后流动度	√	√	
		(7)24 h自由膨胀率	√	√	
		(8)凝结时间(初凝、终凝)	√	√	
		(9)压力泌水率比	—	√	
		(10)充盈度	—	√	
		(11)含气量	—	√	
		(12)氯离子含量	—	√	
10	钢配件	(1)渗层厚度	√	√	任何新选货源或使用同厂家、同品种、同规格产品达12个月
		(2)螺纹精度	√	√	
		(3)装配尺寸	√	√	
		(4)盐雾试验	—	√	
11	热轧光圆及带肋钢筋	(1)抗拉强度	√	√	任何新选厂家或使用同品种、同规格产品达12个月
		(2)屈服强度	√	√	
		(3)伸长率	√	√	
		(4)冷弯	√	√	
		(5)每延米重量	√	√	
		(6)直径	√	√	
12	钢绞线	(1)钢绞线最大力	√	√	任何新选厂家
		(2)0.2%屈服力	√	√	
		(3)弹性模量	√	√	
		(4)最大力总伸长率	√	√	
		(5)应力松弛性能	—	√	
		(6)直径	√	√	

表5 预制梁原材料和配件检验项目和检验频次(续)

序号	项 目		常规检验	型式检验			
13	锚具	(1)外观及外形尺寸	√	每批不大于5 000套的同厂家、同品种、同规格、同批号锚具或夹具或连接器	√	任何新选厂家	
		(2)硬度	√		√		
		(3)锚固效率系数	√		√		
		(4)极限拉力总应变	√		√		
		(5)锚板强度	√		√		
		(6)锚口摩阻+喇叭口摩阻	√		√		
14	夹具	(1)外观	√		√		
		(2)锚固效率系数	√		√		
		(3)极限拉力总应变	√		√		
15	金属波纹管	(1)外观	√	每批不大于50 000 m的同厂家、同品种、同规格、同批号产品	√	任何新选厂家	
		(2)尺寸	√		√		
		(3)径向刚度	—		√		
		(4)荷载下抗渗漏	—		√		
		(5)弯曲抗渗漏	—		√		
16	氯化聚乙烯卷材	(1)尺寸	√	每批不大于8 000 m ² 同厂家、同品种、同批号氯化聚乙烯卷材	√	任何新选厂家	
		(2)外观(包括颜色)	√		√		
		(3)拉伸强度	√		√		
		(4)断裂伸长率	√		√		
		(5)热处理尺寸变化率	√		√		
		(6)低温弯折性	√		√		
		(7)不透水性	√		√		
		(8)剪切状态下的黏合性	—		√		
		(9)保护层混凝土与卷材黏接强度	—		√		
		(10)卷材两层间焊接剥离强度	—		√		
		(11)热老化处理	外观(包括颜色)		—		√
			拉伸强度相对变化率		—		√
			断裂伸长率相对变化率		—		√
			低温弯折性		—		√
		(12)人工气候加速老化	拉伸强度相对变化率		—		√
			断裂伸长率相对变化率		—		√
			低温弯折性		—		√
(13)耐化学侵蚀	拉伸强度相对变化率	—	√				
	断裂伸长率相对变化率	—	√				
	低温弯折性	—	√				

表 5 预制梁原材料和配件检验项目和检验频次(续)

序号	项 目	常规检验	型式检验	
17	(1)外观	√	√	
	(2)拉伸强度	√	√	
	(3)断裂伸长率	√	√	
	(4)低温弯折性	√	√	
	(5)不透水性	√	√	
	(6)固体含量	√	√	
	(7)涂膜表干、实干时间	√	√	
	(8)潮湿基面黏结强度	√	√	
	(9)与混凝土黏结强度	—	√	
	(10)撕裂强度	—	√	
	(11)与混凝土、卷材黏结强度	—	√	
	(12) 加 热、酸、碱 处理	拉伸强度	—	√
		断裂伸长率	—	√
		低温弯折性	—	√
(13)加热伸缩率	—	√		
(14)耐碱性	—	√		
18	(1)颜色	√	√	
	(2)拉伸强度	√	√	
	(3)断裂伸长率	√	√	
	(4)低温弯折性	√	√	
	(5)不透水性	√	√	
	(6)固体含量	√	√	
	(7)涂膜表干、实干时间	√	√	
	(8)潮湿基面黏结强度	√	√	
	(9)与混凝土黏结强度	—	√	
	(10)撕裂强度	—	√	
	(11)与混凝土剥离强度	—	√	
	(12) 加 热、紫 外 线、酸、碱 处理	拉伸强度	—	√
		断裂伸长率	—	√
		低温弯折性	—	√
	(13)加热伸缩率	—	√	
(14)拉伸时加热、紫外线老化	—	√		
(15)耐碱性	—	√		

表5 预制梁原材料和配件检验项目和检验频次(续)

序号	项 目		常规检验		型式检验		
19	水泥 基胶 粉	(1)黏度	✓	每批不大于 50 kg	✓	任何新选厂家	
		(2)苯(g/kg)	✓		✓		
		(3)甲苯 + 二甲苯(g/kg)	✓		✓		
		(4)游离甲醛(g/kg)	✓		✓		
		(5)总挥发性有机物(g/l)	✓		✓		
20	聚丙 烯纤 维网 聚丙 烯腈 纤维	(1)直径	—	每批不大于 1 t 同厂家、同品 种、同批号聚丙烯纤维网	✓	任何新选厂家	
		(2)长度	—		✓		
		(3)密度(g/cm ³)	—		✓		
		(4)抗拉强度(MPa)	✓		✓		
		(5)弹性模量(GPa)	✓		✓		
		(6)极限伸长率(%)	✓		✓		
		(7)DSC 分析法	✓		✓		
		(8)熔点(℃)	—		✓		
21	水泥 基、 胶黏 剂与 基层 黏结 强度	(1)初凝时间(h)	✓	每批不大于 40 t 同厂家、同 品种、同批号水泥胶	✓	任何新选厂家	
		(2)终凝时间(h)	✓		✓		
		(3)安定性	✓		✓		
		(4)抗折强度 (MPa)	3 d		✓		✓
			28 d		✓		✓
		(5)抗压强度 (MPa)	3 d		✓		✓
			28 d		✓		✓
		(6)冻融循环 (50次)	强度损失 (%)		—		✓
			质量损失 (%)		—		✓
		(7)抗渗性能	✓		✓		
		(8)压缩剪切 强度(MPa)	无处理		—		✓
			热老化 处理		—		✓
			冻融循环		—		✓
			酸处理		—		✓
			盐处理		—		✓
(9)卷材与水泥基黏结剥 离强度(N/mm)	✓	✓					
(10)卷材与水泥基胶黏 剂粘结强度(MPa)	✓	✓					
(11)水泥胶粘剂与基层 黏结强度(MPa)	✓	✓					

表5 预制梁原材料和配件检验项目和检验频次(续)

序号	项 目		常规检验	型式检验		
22	高聚物改性沥青防水卷材	(1)可溶物容量	√	每批不大于8 000 m ² 同厂家、同品种、同批号高聚物改性沥青防水卷材	任何新选厂家	
		(2)耐热度	√			
		(3)低温弯折性	√			
		(4)拉力(纵、横向)	√			
		(5)最大拉力时延伸率(纵、横向)	√			
		(6)撕裂强度	√			
		(7)不透水性	√			
		(8)抗穿孔性	√			
		(9)剪切状态下的黏合性	—			
		(10)保护层混凝土与卷材黏结强度	—			
		(11)热处理尺寸变化率(纵、横向)	—			
		(12)热老化处理	外观(包括颜色)			—
			拉伸强度变化率			—
			断裂伸长率变化率			—
			低温弯折性			—
		(13)人工加速老化	拉力相对变化率			—
			最大拉力伸长率变化率			—
			低温弯折性			—
		(14)耐化学侵蚀	拉伸强度变化率			—
断裂伸长率变化率	—					
低温弯折性	—					
23	基层处理剂	(1)固体含量 %	√	每批不大于3 t同厂家、同品种、同批号基层处理剂	任何新选厂家	
		(2)干燥时间 h	√			
		(3)耐热性(80℃,5 h)	√			
		(4)低温柔性(-5℃, φ10 mm棒)	—			
		(5)黏结强度(MPa,20℃)	—			

表5 预制梁原材料和配件检验项目和检验频次(续)

序号	项 目		常规检验		型式检验	
24	泄水管	(1)外观和颜色	√	每批不大于1 000个	√	任何新选厂家
		(2)尺寸	√		√	
		(3)落锤冲击	√		√	
		(4)环刚度	—		√	
		(5)二氯甲烷浸渍试验	—		√	
		(6)连接密封试验	√		√	
		(7)PVC含量	√		√	
25	泄水管 管盖	(1)外形尺寸	√	每批不大于1 000个	√	任何新选厂家
		(2)抗拉强度	√		√	
		(3)PVC含量	√		√	

表6 预制梁检验项目和检验频次

序号	检验项目		出场检验		型式检验	
1	模板安装		√	每次模板拼装	√	每次模板拼装
2	端模板预留孔偏离设计位置		√	每个预留孔	√	每个预留孔
3	箱梁四个支座板不平整量 (两对角支点高程之和的差)		√	每次模板安装	√	每次模板安装
4	预留管道位置		√	每个管道	√	每个管道
5	管道定位钢筋位置误差		√	每根定位钢筋	√	每根定位钢筋
6	钢筋绑扎位置		√	抽检	√	抽检
7	钢筋焊接接头及位置		√	每批不大于200个接头	√	每批不大于200个接头
8	混凝土灌注时模板温度		√	每件预制梁灌注前	√	每件预制梁灌注前
9	混凝土 拌和物	入模含气量	√	每批不大于50 m ³	√	每批不大于50 m ³
10		坍落扩展度	√	每批不大于50 m ³	√	每批不大于50 m ³
11		坍落度	√	每批不大于50 m ³	√	每批不大于50 m ³
12		入模温度	√	每批不大于100 m ³	√	每批不大于100 m ³
13	蒸 养	升温速度	√	每60 min一次	√	每60 min一次
14		恒温时梁体芯部 混凝土温度	√	每60 min一次	√	每60 min一次
15		降温速度	√	每60 min一次	√	每60 min一次
16	撤除 保温 设施	混凝土芯部与表 层温差	√	每件预制梁	√	每件预制梁
17		混凝土表层与环 境温差	√	每件预制梁	√	每件预制梁

表 6 预制梁检验项目和检验频次(续)

序号	检验项目		出场检验		型式检验	
18	拆模时 温差	混凝土芯部与表 层温差	√	每件预制梁	√	每件预制梁
19		混凝土表层与环 境温差	√	每件预制梁	√	每件预制梁
20		箱内与箱外温差	√	每件预制梁	√	每件预制梁
21	混凝土力 学性 能	脱模时随梁养护 混凝土抗压强度	√	按附录 A 办理	√	按附录 A 办理
22		初拉时随梁养护 混凝土抗压强度	√		√	
23		终张拉时随梁养 护混凝土抗压 强度	√		√	
24		终张拉时随梁养 护混凝土弹性 模量	√		√	
25		标准养护 28 d 混 凝土立方体强度	√		√	
26		标准养护 28 d 混 凝土棱柱体弹性 模量	√		√	
27	预应力管道摩阻		√	每批不大于 100 孔预制梁	√	每批不大于 100 孔预制梁
28	预应力筋实际伸长值		√	每束/每根预应力筋	√	每束/每根预应力筋
29	终张拉后实测梁体弹性 上拱		√	每件预制梁	√	每件预制梁
30	压浆前管道真空度		√	每个管道	√	每个管道
31	管道中浆体注满后压力		√	每个管道	√	每个管道
32	桥面防水层保护层细石混 凝土纤维(网)掺量		√	每件预制梁	√	每件预制梁
33	桥面保护层混凝土 28 d 强度		√	每一次施工	√	每一次施工
34	梁体混 凝土/ 桥面防 水层保 护层细 石混凝 土/封 锚混凝 土耐久 性	电通量	√	梁体混凝土:每批不大于 30 000 m ³ 检测抗冻性、 20 000 m ³ 检测电通量;防 水层保护层细石混凝土: 每批不大于 2 000 m ³ ;封锚 混凝土:150 m ³ 。当批量不 足时,每年检测一次	√	梁体混凝土:每批不大于 30 000 m ³ 检测 抗冻性、20 000 m ³ 检测电通量;防水层保 护层细石混凝土:每批不大于 2 000 m ³ ; 封锚混凝土:150 m ³ 。当批量不足时,每 年检测一次
35		抗冻性	√		√	
36		抑制碱-骨料反应 有效性(需要时)	√		√	

表 6 预制梁检验项目和检验频次(续)

序号	检验项目	出场检验		型式检验	
37	预制梁成品混凝土保护层厚度	√	每件预制梁	√	每件预制梁
38	预制梁产品外观、尺寸偏差及其他质量要求	√	每件预制梁	√	每件预制梁
39	静载弯曲试验	√	T 梁每种跨度每 120 件、箱梁每种跨度每 60 件	√	T 梁每种跨度每 120 件、箱梁每种跨度每 60 件

6 标志与制造技术证明书

6.1 检验合格后的预制梁,应出具技术证明书,技术证明书参见附录 C。

6.2 预制梁均应设置桥牌。桥牌应标明:跨度、设计活载、设计图号、梁号、梁体质量、制造厂家、制造年月、生产许可证编号和 QS 标志等。

7 储存及运输

7.1 预制梁在制梁场内运输、存梁及出场装运时的梁端容许悬出长度,应满足设计要求。

7.2 预制箱梁在制梁场内运输、起落梁和出场装运、落梁均采用联动液压装置或三点平面支撑方式,运输和存梁时均应保证每支点实际反力与四个支点的反力平均值相差不超过 $\pm 10\%$ 或四个支座板不平整量(两对角支点高程之和的差)不应超过 2 mm。

7.3 配装同一孔的 T 梁,其浇筑混凝土日期及预加应力的龄期应满足设计要求;装车时应注意方向性。

附 录 A
(规范性附录)

客货共线铁路预制后张法预应力混凝土简支梁混凝土试件数量表

客货共线铁路预制后张法预应力混凝土简支梁混凝土试件数量表见表 A.1。

表 A.1 预制后张法预应力混凝土简支梁混凝土试件数量表

试件种类	梁体混凝土强度试件				梁体混凝土弹模试件		封锚混凝土强度试件	桥面保护层混凝土强度试件
	施工试件			标准试件	施工试件	标准试件	标准养护试件	标准养护试件
取样位置	脱模强度 $R_{脱模}$	初张拉强度 $R_{初张}$	终张拉强度 $R_{终张}$	28 d 强度 R_{28}	终张拉弹模 $E_{终张}$	28 d 弹模 E_{28}		
底板	—	1 组	1 组	2 组	1 组	1 组	—	—
腹板	—	1 组	1 组	2 组	1 组		—	—
顶板	1 组	1 组	1 组	2 组	1 组		—	—
顶板(备用)	—	—	1 组	—	—	—	—	—
箱梁合计	1 组	3 组	4 组	6 组	3 组	1 组	—	—
封锚	—				—		5 组(σ 未知法)/4 组(σ 已知法)	—
桥面保护层	—				—		—	5 组(σ 未知法)/4 组(σ 已知法)
<p>评定方法:混凝土 28 d 强度按 TB 10425 评定。试生产期间采用 σ 未知法,正式生产后改用 σ 已知法。</p> <p>取样原则:箱梁按每孔取样,应分别从底板、腹板、顶板 3 个位置取样;T 梁取样试件按每班取样。</p> <p>取样要求:强度试件(3 块/组)、梁体混凝土弹模试件(6 块/组)必须分别在同一盘(斗)中取样;标养试件中的每组试件应在箱梁各部位(指底、腹、顶板)或 T 梁总量中均布取样。</p> <p>备用试件取样:表中备用试件取自该梁混凝土最终浇筑时的顶板混凝土。</p> <p>最小值判定法:初张拉强度、终张拉强度分别以顶板、腹板、底板三组试件中强度最小值达标为指导施工。</p>								

附录 B

(规范性附录)

预应力管道压浆材料检验方法

B.1 材料制备

管道压浆料试验时,称取 3 kg 压浆料粉剂,放入搅拌锅中,倒入 80% 的拌和水,慢速搅拌 2 min,搅拌均匀后,快速搅拌 1 min;然后再慢速搅拌,同时将剩余的拌和水完全倒入,再慢速搅拌 1 min。管道压浆剂试验时,按压浆剂的配比掺量,水泥和压浆剂共称取 3 kg 粉剂,放入搅拌锅中搅拌 1 min,然后加水搅拌,搅拌方式与管道压浆料相同。

B.2 检验方法

B.2.1 原材料应按 TB/T 3275 进行检验,外加剂的匀质性及压浆材料的含水率、细度应按 GB/T 8077 进行检验,压浆材料中氯离子含量应按 GB/T 176 进行检验。

B.2.2 将拌和好的浆体倒入试模内,静置至浆体初凝后,将其表面多余的浆体刮掉。24 h 拆模后放入标准养护室,水中养护至 7 d、28 d,按照 GB/T 17671 进行抗压强度、抗折强度试验和计算。

B.2.3 凝结时间应按照 GB/T 1346 进行测定。

B.2.4 出机流动度测试完毕,将所有浆体转入搅拌锅,放置至 30 min。慢速搅拌 1 min,测试 30 min 流动度。流动度试验方法按 B.3 进行。

B.2.5 自由泌水率试验方法应按 B.4 进行。

B.2.6 毛细泌水率试验方法应按 B.5 进行。

B.2.7 压力泌水率试验方法应按 B.6 进行。

B.2.8 充盈度试验方法应按 B.7 进行。

B.2.9 24 h 自由膨胀率试验方法应按 B.4 进行。

B.2.10 含气量应按 GB/T 50080 进行试验和计算。

B.3 流动度试验

B.3.1 试验仪器

测试流动度的仪器流动锥尺寸如图 B.1 所示。

流动锥的校准:1 725 mL \pm 5 mL 水流出的时间应为 8.0 s \pm 0.2 s。

B.3.2 流动度试验步骤

测定时,先将漏斗调整水平,封闭底口,将搅拌均匀的浆体均匀注入漏斗内,直至表面触及点测规下端。开启底口,使浆体全部自由流出,记录浆体从开始流出至出现第一个流动断点为止的时间,即为浆体的流动度。

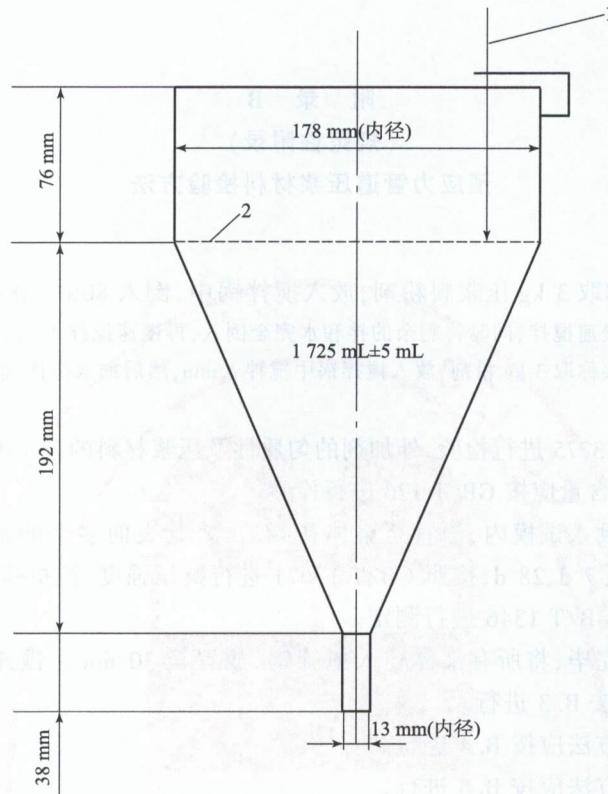
B.4 自由泌水及 24 h 自由膨胀试验

B.4.1 容器

试验容器如图 B.2,容器采用 1 000 mL 的量筒,或者直径为 60 mm,高为 500 mm 底部封闭的透明玻璃管。

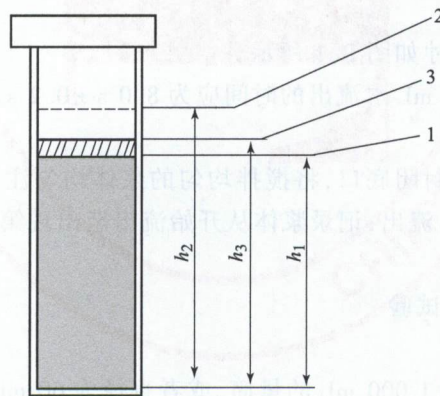
B.4.2 试验步骤

将搅拌均匀的浆体缓慢的注入试验容器中,装入浆体体积 800 mL \pm 10 mL 左右。浆体注入后,使用保水薄膜密封容器上口,静置于水平面上。静置 1 min 后记录浆体高度 h_1 ,静置 24 h 后量测其离析水水面高度 h_2 和浆体膨胀面的高度 h_3 。然后按公式(B.1)、公式(B.2)计算泌水率(B_s)及膨胀率($\epsilon_{i,24}$):



说明：
 1——点测规；
 2——浆体水平线。

图 B.1 流动锥示意



说明：
 1——最初填充的浆体表面；
 2——水面；
 3——膨胀后的浆体表面。

图 B.2 自由泌水率和自由膨胀率试验

$$B_z = \frac{(h_2 - h_3)}{h_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

$$\varepsilon_{i,24} = \frac{(h_3 - h_1)}{h_1} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

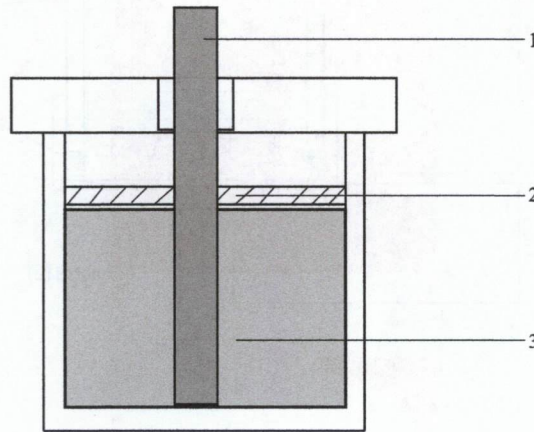
式中：

- B_z ——自由泌水率；
- $\varepsilon_{i,24}$ ——24 h 自由膨胀率；
- h_1 ——初始浆体高度,单位为毫米(mm)；
- h_2 ——泌水面高度,单位为毫米(mm)；
- h_3 ——膨胀面高度,单位为毫米(mm)。

B.5 毛细泌水试验

B.5.1 容器

试验容器如图 B.3,用有机玻璃制成,带有密封盖,内径为 100 mm,高 160 mm。在容器中间置入一根 7φ5 钢绞线。钢绞线在容器内露出的高度为 1 cm ~ 3 cm。



说明：

- 1——7φ5 钢绞线；
- 2——静置一段时间后的泌水；
- 3——压浆料。

图 B.3 毛细泌水试验示意

B.5.2 试验步骤

试验容器静置于水平面上,将搅拌均匀的浆体注入容器中,注入浆体体积约 800 mL,并准确记录体积 V_0 。然后将密封盖盖严,并在中心位置插入钢绞线。静置 3 h 后用吸管吸出浆体表面的离析水量,移入 10 mL 的量筒内,测量泌水量 V_1 ,通过公式(B.3)计算泌水率(B_m)。

$$B_m = \frac{V_1}{V_0} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.3)$$

式中：

- B_m ——泌水率；
- V_1 ——浆体上部泌水的体积,单位为毫升(mL)；
- V_0 ——测试前浆体的体积,单位为毫升(mL)。

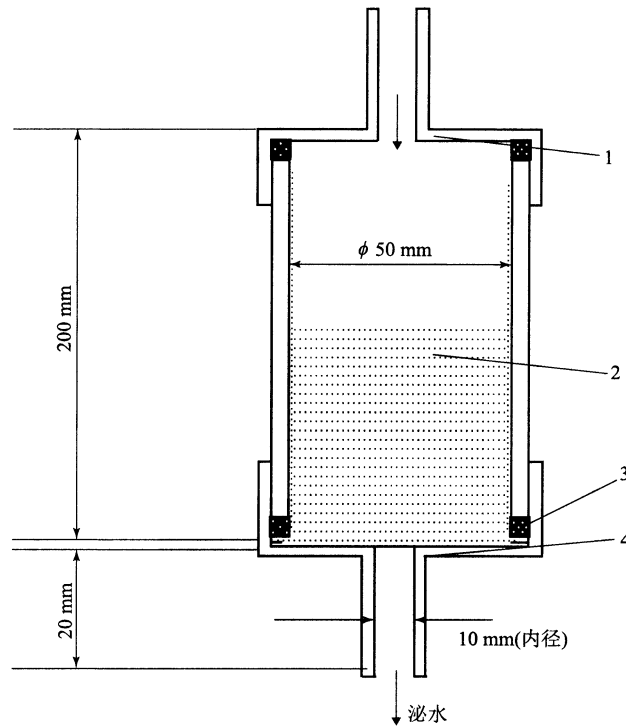
B.6 压力泌水试验

B.6.1 试验仪器

试验仪器包括：

- a) 一个包含 2 块压力表的 CO₂ 气瓶,外测压力表最小分度值不应大于 0.02 MPa,级别为 1.5 级；

- b) 压力泌水容器为圆柱形不锈钢压力容器,需要进行压力实验,在 0.8 MPa 压力下不会破裂。其尺寸如图 B.4 所示。
- c) 10 mL 的量筒。



说明:

- 1——压缩空气;
- 2——浆体试样;
- 3——橡胶密封圈;
- 4——0.08 mm 铜网 3 层。

图 B.4 压力泌水容器示意

B.6.2 试验步骤

试验步骤如下:

- a) 根据 B.1 的要求搅拌制浆体;
- b) 将搅拌好的浆体在加水开始的 7 min 内倒入容积为 400 mL 的圆形过滤漏斗中,倒入的浆体体积为 200 mL;
- c) 用扳手拧紧漏斗的上部盖子,此过程中保持漏斗竖直朝上,并尽量减少晃动;
- d) 将漏斗放置在三角架上;
- e) 连接压缩空气(或者压缩二氧化碳气体)瓶(起始压力为 0);
- f) 静置 10 min;
- g) 迅速将压力升至 0.22 MPa(如果测试 0.36 MPa 条件下的泌水,则直接将压力升至 0.36 MPa),在此压力下保持 5 min;结束时记录泌水体积 V_2 ,精确到 0.2 mL。在卸掉压力之前,漏斗稍微倾斜,以去掉真空压力,使漏斗下部泌水管中的泌水全部流出,并收集作为泌水量的一部分。

压力泌水率 B_y 按照浆体体积的百分比来计算,见公式(B.4):

$$B_y = \frac{V_2}{200} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.4)$$

式中：

B_p ——压力泌水率；

V_2 ——泌水量体积，单位为毫升(mL)。

B.7 充盈度试验

B.7.1 试验仪器

试验仪器如图 B.5 所示，将内径 40 mm 的透明有机玻璃管，两端的直管夹角 120° ，每部分长度为 0.5 m，两部分通过黏结剂密封黏结。将有机玻璃管固定在固定架上。

B.7.2 试验步骤

按规定的方法拌制好浆体后，静置 1 min，通过流动锥将浆体灌入固定在固定架上的充盈度管中。充完浆体后，用塑料薄膜封闭圆管的两端。在 $20\text{ }^\circ\text{C} \pm 3\text{ }^\circ\text{C}$ 的条件下放置 7 d。

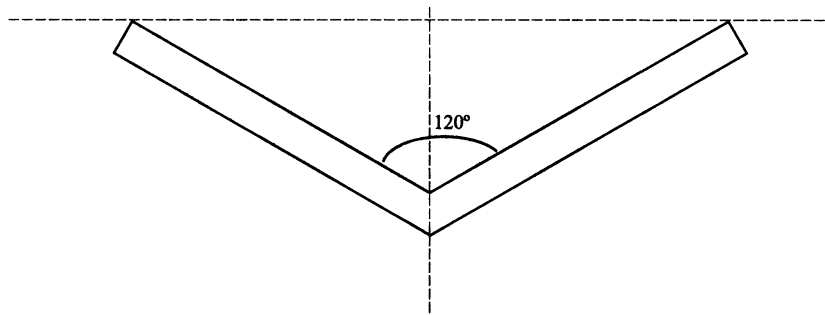


图 B.5 充盈度管

B.7.3 充盈度判定

观察管内部是否有直径大于 3 mm 的气囊，或者是否存在水囊或水蒸气，在管道的两端是否有泡沫层。如果存在厚度超过 1 mm 的泡沫层，或者存在直径大于 3 mm 的气囊，或者存在体积大于 1 mL 的水，则认为充盈度指标不合格。

4	水泥	品种		强度等级	
		碱含量(%)		比表面积	
		C ₃ A含量(%)		产地	
5	碎石	粒径(mm)		碱活性	
		母岩强度(MPa)		产地	
6	砂	细度模量		碱活性	
		含泥量(%)		产地	
7	减水剂	减水率(%)		Cl ⁻ 含量(%)	
		含固量(%)		碱含量(%)	
		掺量(%)		制造厂家	
		含气量(%)			
8	粉煤灰	碱含量(%)		制造厂家	
		掺量(%)			
9	磨细矿渣	等级		制造厂家	
		掺量(%)			
10	压浆料 (压浆剂)	型号规格		制造厂家	
		掺量(%)			
11	保护层 纤维	型号规格		抗拉强度(MPa)	
		掺量(%)		制造厂家	
12	防水 卷材	拉伸强度(MPa)		制造厂家	
		扯断伸长率/最大强度伸 长率(%)			
13	防水 涂料	拉伸强度(MPa)		制造厂家	
		断裂伸长率(%)			
备注		1.表中质量指标数据,均填进场检验实测值。 2.如梁体、封锚、管道压浆所用水泥品种、牌号、制造厂不同时,应分别注明。			

图 C.2 制造技术证明书示例——主要材料(续)

模板	底模预设反拱(mm)			预留压缩量(mm)		
	底模支座处高差(mm)					
梁体 混凝土 灌注	灌注日期	年 月 日		胶凝性材料用量(kg/m ³)		
	梁体混凝土设计强度			总碱含量(kg/m ³)		
	配合比	1(水泥): (砂): (石): (水): (减水剂): (掺和料)				
		水胶比		磨细矿渣掺量(%)		
		外加剂掺量(%)		粉煤灰掺量(%)		
	28 d强度(MPa)	平均值			最小值	
	28 d弹模(GPa)				坍落度(mm)	
	混凝土含气量(%)				灌注方法	
混凝土入模温度(℃)				灌注时模板温度(℃)		

图 C.3 制造技术证明书示例——生产工序质量

蒸汽 养护	静停	时间(h)		恒温	时间(h)		
		温度(℃)			温度(℃)		
	升温速度(℃/h)			降温速度(℃/h)			
脱模	脱模混凝土强度(MPa)			芯部与表面温差(℃)			
	脱模环境温度(℃)			表面与环境温差(℃)			
	箱内与箱外温差(℃)						
预 应 力 束 张 拉	预 张 拉	预张拉日期	年 月 日	试件强度(MPa)			
		龄期(d)		滑断丝率(%)			
		束数					
		张拉钢束号					
		张拉力(kN)					
		伸长量(mm)					
	初 张 拉	初张拉日期	年 月 日	试件强度(MPa)			
		龄期(d)		滑断丝率(%)			
		束数					
		张拉钢束号					
		张拉力(kN)					
		伸长量(mm)					
	终 张 拉	终张拉日期	年 月 日	试件强度(MPa)			
		龄期(d)		弹性模量(GPa)(填写 min)			
		束数		滑断丝率(%)			
		张拉钢束号					
		张拉力(kN)					
		伸长量(mm)					
		张拉钢束号					
		张拉力(kN)					
	弹性上拱度(mm)			终张拉 30 d 后上拱度(mm)			
管道 压浆	压浆日期	年 月 日	压浆剂掺量(%)				
	水泥浆设计强度		泌水率(%)				
	水胶比		真空度(MPa)				
	28 d 强度(MPa)		管道内压力(MPa)				
封锚 混凝土 灌筑	封锚日期	年 月 日	封锚试件强度(MPa)				
	设计强度		封锚防水涂料				
	微膨胀剂掺量(%)						
桥面 防水层	铺设日期	年 月 日	涂料铺设厚度(mm)				
	基层不平整度(mm)		卷材搭边宽度(mm)				
	试件强度(MPa)		碎石粒径(mm)				
	设计混凝土强度等级		纤维掺量(%)				

图 C.3 制造技术证明书示例——生产工序质量(续)

静载试验 (代表梁)	抗裂安全系数					
	挠跨比					
外形尺寸	全长	桥面	内侧:			外侧:
		梁底	内侧:			外侧:
	跨度	内侧:			外侧:	
	底板宽度	梁端:	L/4:	跨中:	3L/4:	
	腹板厚度	梁端:	L/4:	跨中:	3L/4:	
	桥面板外侧偏离设计位置	梁端:	L/4:	跨中:	3L/4:	
	梁高	大里程侧:			小里程侧:	
	梁体上拱度 (终张拉 30 d)					
	挡砟墙厚度					
	表面倾斜偏差	大里程侧:		小里程侧:		腹板:
支座板	螺栓间距					
	支座中心线偏离设计位置					
随车装运配件	横隔板联接钢板					
	U型螺栓螺母、垫圈					
	支座板螺栓螺母、垫圈					
注:如梁体、封锚、管道压浆所用的水泥品种、牌号或供应厂不同时,应分别注明。						

图 C.4 制造技术证明书示例——产品质量(T梁)

静载试验 (代表梁)	抗裂安全系数					
	挠跨比					
外形尺寸	全长	桥面	左线侧:			右线侧:
		梁底	左线侧:			右线侧:
	跨度	左线侧:			右线侧:	
	底板宽度	梁端:	L/4:	跨中:	3L/4:	
	腹板厚度	梁端:	L/4:	跨中:	3L/4:	
	桥面板外侧偏离设计位置	梁端:	L/4:	跨中:	3L/4:	
	梁高	大里程侧:			小里程侧:	
	梁体上拱度 (终张拉 30 d)					
	挡砟墙厚度					
	表面倾斜偏差	大里程侧:		小里程侧:		腹板:
支座板	螺栓间距					
	支座中心线偏离设计位置					
注:如梁体、封锚、管道压浆所用的水泥品种、牌号或供应厂不同时,应分别注明。						

图 C.5 制造技术证明书示例——产品质量(箱梁)