



中华人民共和国国家标准

GB/T22082 -2008

预制混凝土衬砌管片

Reinforced concrete segments

2008-06-30 发布

2009-04-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性文件	1
3 术语和定义	1
4 分类、形状与规格、标记	3
5 原材料及制作要求	3
6 技术要求	5
7 试验方法	6
8 检验规则	7
9 标志与出厂证明书	9
10 贮存、运输	10
附录 A (规范性附录) 检漏试验方法	11
附录 B (资料性附录) 抗弯性能试验方法	13
附录 C (资料性附录) 抗拔性能试验方法	15
图 A.1 管片检漏密封示意图	11
图 B.1 抗弯性能试验装置示意图	13
图 B.2 抗弯性能试验位移测试点示意图	14
图 C.1 抗拔性能试验装置示意图	15
表 1 管片规格	3
表 2 骨架制作允许偏差	4
表 3 外观质量要求	5
表 4 尺寸允许偏差	6
表 5 水平拼装尺寸允许偏差	6
表 6 检验方法与检验工具	7
表 7 出厂检验批量组成与抽样数量	8
表 8 型式检验批量组成与抽样数量	9
表 A.1 检漏试验仪器技术要求	11
表 B.1 抗弯性能试验仪器技术要求	14
表 C.1 抗拔性能试验仪器技术要求	16

前 言

本标准附录 A 为规范性附录，本标准附录 B、附录 C 为资料性附录。

本标准由中国建筑材料联合会提出；

本标准由全国水泥制品标准化技术委员会（SAC/TC197）归口；

本标准由苏州混凝土水泥制品研究院、苏州中材建筑建材设计研究院负责起草；

本标准参加起草单位：北京港创瑞博混凝土有限公司、深圳港创建材股份有限公司、广州市建筑机械施工有限公司、杭州市市政工程集团有限公司、杭州宏图管桩有限公司、辽宁兴荣昌地铁管片有限公司、北京建工混凝土构件有限公司、杭州市政华浙地铁管片有限公司、浙江省天河建材集团有限公司、南京嘉盛水泥制品有限公司、陕西天石实业有限责任公司、重庆拉瑞永固混凝土有限公司、河北众鑫源桥隧设备制造有限公司、上海隧道工程股份有限公司构件分公司、成都金炜制管有限责任公司、杭州市政管业有限公司、南京大地建设(集团)股份有限公司构件厂、浙江永和建材有限公司、南京力高建筑构件有限公司、武汉市市政工程水泥制品有限公司、国家水泥混凝土制品质量监督检验中心。

本标准主要起草人：谈永泉、冯立平、钱 明、杨思忠、张永秋、丁昌银、叶彬彬、黄燮明、王建兴、郑 勇、啜志强、安晓东、何国金、陈 敏、邓寿河、刘 洋、喻建中、王 茂

本标准委托苏州混凝土水泥制品研究院、苏州中材建筑建材设计研究院负责解释；

本标准为首次发布。

预制混凝土衬砌管片

1 范围

本标准规定了盾构施工法用预制混凝土衬砌管片(以下简称管片)的术语和定义、分类、形状与规格、标记、原材料及制作要求、技术要求、试验方法、检验规则、标志与出厂证明书、贮存、运输等。

本标准适用于以钢筋、混凝土为主要原材料制成的适用于轨道交通、公路、铁路、水工、电力、市政等隧道工程用的预制混凝土衬砌管片。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GB 175 通用硅酸盐水泥
- GB/T 701 低碳钢热轧圆盘条
- GB 1499.2 钢筋混凝土用钢 第2部分：热轧带肋钢筋
- GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
- GB 8076 混凝土外加剂
- GB/T 18046 用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉
- GB 50010 混凝土结构设计规范
- GB/T 50080-2002 普通混凝土拌合物性能试验方法标准
- GB/T 50081-2002 普通混凝土力学性能试验方法标准
- GB 50119 混凝土外加剂应用技术规范
- GB 50164 混凝土质量控制标准
- GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
- GBJ82-1985 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法
- GBJ 107-1987 混凝土强度检验评定标准
- GBJ 146 粉煤灰混凝土应用技术规范
- JG/T 3064 钢纤维混凝土
- JGJ 52 普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准
- JGJ 55 普通混凝土配合比设计规程
- JGJ 63 混凝土用水标准
- CECS 53: 1993 混凝土碱含量限值标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准

3.1

管片 segment

隧道预制衬砌环的基本单元。管片的类型主要有钢筋混凝土管片、钢纤维混凝土管片、钢管片、铸铁管片、复合管片等。

3.2

预制混凝土衬砌管片 Reinforced concrete segment

以钢筋、混凝土为主要原材料制成的管片。

3.3

开模 loosening mould

打开管片侧模的过程。

3.4

出模 demoulding

管片脱离底模的过程。

3.5

检漏试验 testing of leakage

对用于实际工程的管片进行的渗透性检验，以模拟检验管片抗地下水渗透能力。

(注：管片检漏试验是在特制的水压抗渗试验台上进行，不同于抗渗试块检验。)

3.6

水平拼装检验 testing of horizontall assembly

指通过测量管片水平组装两环或三环后的尺寸精度和形位偏差，对管片和模具进行的检验。

3.7

抗弯性能试验 testing of bending

对管片进行的承载能力试验，以检测其在规定的试验方法下的承载力是符合设计要求。

3.8

抗拔试验 resistance to pull off

对管片中心吊装孔的预埋构件进行拉拔试验，以检测其在外力作用下承受的抗拔力是否符合设计要求。

3.9

裂缝 crack

由表面伸入混凝土内部的缝隙。

(注：由于水泥砂浆表面收缩引起的收缩裂纹不是裂缝。)

3.10

露筋 exposed steel

钢筋未被混凝土包裹而外露。

3.11

蜂窝 honeycomb

表面因漏浆或缺少水泥砂浆而引起的蜂窝状空洞。

3.12

麻面 pitted surface

表面呈现的密集微孔。

3.13

粘皮 peeling

表面的水泥砂浆层被模具粘去后留下的粗糙表面。

3.14

孔洞 hole

混凝土内孔穴深度和长度均超过保护层厚度。

3.15

夹渣 entrainment

混凝土内夹有杂物且深度超过保护层厚度。

4 分类、形状与规格、标记

4.1 分类

4.1.1 管片按拼装成环后的隧道线型分为：直线段管片(Z)、曲线段管片(Q)及既能用于直线段又能用于曲线段的通用管片(T)三类。曲线段管片又分为左曲管片(ZQ)、右曲管片(YQ)和竖曲管片(SQ)。

4.1.2 根据隧道的直径大小，管片块数可分为4块~10块。

4.1.3 按照管片在环内的拼装位置，分别为：标准块(B)、邻接块(L1,L2)、封闭块(F)。

4.2 形状与规格

4.2.1 形状：根据隧道的断面形状可分为圆形(Y)、椭圆形(TY)、矩形(J)、双圆形(SY)等多种断面。

4.2.2 规格：见表1

表1 管片规格

单位为毫米

项目名称	厚度	宽度	内径
公称尺寸	300, 350, 500, 550, 600, 650	1000, 1200, 1500, 1800, 2000	3000, 5400, 5500, 12000, 13700

注：本表给出的是常用规格，其它规格可由供需双方确定。

4.3 标记

管片以隧道形状、分类代号、块数、规格、管片在环内的位置、标准编号编排，标记示例如下：

圆形隧道、直线段管片、6块、厚度为350mm、宽度为1200mm、内径5400mm、标准块的管片标记如下：
Y-Z-6-350×1.2×5.4-B GB/T××××-××××。

5 原材料及制作要求

5.1 水泥

宜采用强度等级不低于42.5的硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥，其性能应符合GB175的规定。

5.2 集料

5.2.1 细集料宜采用中砂，细度模数为2.3~3.0，含泥量不应大于2%，其它质量应符合JGJ 52的规定。

5.2.2 粗集料宜采用碎石或卵石，其最大粒径不宜大于30mm且不应大于钢筋骨架最小净间距的3/4，针片状含量不应大于15%，含泥量不应大于1%，其它质量应符合JGJ 52的规定。

5.3 水

混凝土拌合用水应符合JGJ63中钢筋混凝土用水的规定。

5.4 混凝土外加剂

混凝土外加剂的质量应符合GB8076的规定，严禁使用氯盐类外加剂或其他对钢筋有腐蚀作用的外加剂。混凝土外加剂的应用应符合GB50119的规定。

5.5 掺合料

5.5.1 粉煤灰 应采用符合GB/T1596 不低于II级技术要求的粉煤灰，粉煤灰的应用应符合GBJ146的规定。

5.5.2 矿渣粉 应采用符合GB/T18046的不低于S95级技术要求的矿渣粉。

5.5.3 其它掺合料不得对制品产生有害影响，使用前已应进行试验验证。

5.6 钢筋

5.6.1 直径大于10mm时宜采用热轧带肋钢筋，其性能应符合GB 1499.2的规定；直径小于或等于10mm

时宜采用低碳钢热轧圆盘条，其性能应符合 GB/T701 的规定。

5.6.2 钢筋加工

5.6.2.1 弧形主筋加工时应防止平面翘曲，成型后表面不应有裂纹，且成型尺寸应正确；

5.6.2.2 钢筋的弯钩和弯折应符合 GB50204 中的有关规定；

5.6.2.3 除焊接封闭环式箍筋外，箍筋的末端应作弯钩，弯钩形式应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合下列规定：

- 1) 箍筋弯钩的弯弧内直径应符合 GB50204 中的有关规定；
- 2) 箍筋弯钩的弯折角度应为 135° 且弯后平直部分长度不应小于箍筋直径的 5 倍。

5.6.2.4 钢筋调直应符合 GB50204 的相关规定。

5.6.2.5 钢筋弯曲成型后不得出现裂纹、鳞落及撕裂现象。

5.6.2.6 钢筋焊接前须消除焊接部位的铁锈、水锈和油污等，钢筋端部的扭曲处应矫直或切除。施焊后焊缝表面应平整，不得有烧伤、裂纹等缺陷。

5.6.3 钢筋骨架制作

5.6.3.1 钢筋骨架应在靠模上焊接而成，采用 CO_2 保护焊点焊，保证焊接点牢固，要求至少隔点点焊。

5.6.3.2 钢筋骨架内主筋对焊焊接点数量不应超过 2 个，对焊焊接点的位置应在弧面钢筋层上且不在连接面，其他焊接质量还应符合 GB50204 的规定。

5.6.3.3 钢筋骨架制作偏差应满足表 2 要求：

序号	项 目	允许偏差
1	主筋间距	± 10
2	箍筋间距	± 10
3	分布筋间距	± 5
4	骨架长、宽、高	+5 -10

5.7 钢纤维

如使用钢纤维，钢纤维应符合 JG/T3064 的规定，并进行相关钢纤维混凝土耐久性试验。

5.8 混凝土

5.8.1 混凝土原材料计量偏差：水泥、水、外加剂、掺合料 $\leq 1\%$ ，粗细集料 $\leq 2\%$ 。

5.8.2 混凝土的耐久性设计应符合 GB 50010 的有关规定，氯离子含量不得大于胶凝材料总用量的 0.06%，混凝土的总碱含量应 $\leq 3.0\text{kg/m}^3$ 。

5.8.3 混凝土生产与运输应符合下列规定：

5.8.3.1 首次使用的混凝土配合比应进行开盘鉴定，其工作性应满足设计配合比的要求。开始生产时应至少留置一组标准养护试件，作为验证配合比的依据；

5.8.3.2 每工作班至少在开拌前测定一次砂石含水率，并据此提出施工配合比；

5.8.3.3 混凝土应搅拌均匀、色泽一致，和易性良好。应在搅拌或浇筑地点检测坍落度，应逐盘作目测检查混凝土粘聚性和保水性；

5.8.3.4 混凝土运输、浇筑及间歇的全部时间不应超过混凝土的初凝时间。

5.8.4 混凝土浇筑应符合下列规定：

5.8.4.1 混凝土应连续浇筑成型；根据生产条件选择适当的振捣方式；振捣时间以混凝土表面停止沉落或沉落不明显、混凝土表面气泡不再显著发生、混凝土将模具边角部位充实表面有灰浆泛出为宜，不

得漏振或过振。

5.8.4.2 钢筋骨架入模位置应保持正确，浇筑混凝土时不得扰动预埋件和钢筋骨架，钢筋骨架在模具内的定位，应采用保护层定位卡，保证混凝土保护层厚度。

5.8.4.3 管片浇筑成型后，在初凝前宜再次进行压面。

5.8.4.4 浇筑混凝土的同时应留置试件。混凝土试件留置应符合本标准的规定，所做试件应具有代表性。

5.8.5 混凝土养护应符合下列规定：

5.8.5.1 混凝土浇筑成型后至开模前，应覆盖保湿，可采用蒸汽养护或自然养护方式进行养护；

5.8.5.2 当采用蒸汽养护时，应经试验确定混凝土养护制度。管片混凝土应进行预养护，升温速度不宜超过 15℃/h，降温速度不宜超过 20℃/h，恒温最高温度不宜超过 60℃。出模后当管片表面温度与环境温差大于 20℃时，管片应在室内车间进行降温，直至管片表面温度与环境温差不大于 20℃；

5.8.5.3 管片在贮存阶段应进行保湿养护。可采用水中养护、喷淋养护或喷涂养护剂养护，以确保混凝土体不失水分。

5.9 其它材料

预埋件等其它配件应符合设计要求。

5.10 修补

5.10.1 当管片表面出现缺棱掉角、混凝土剥落以及宽度 0.1mm~0.2mm 非贯穿性裂缝时，应进行修补。

5.10.2 管片修补时，修补材料的抗拉强度和抗压强度均不低于管片设计强度。

5.10.3 修补后的管片质量应符合本标准的要求。

6 技术要求

6.1 混凝土

6.1.1 混凝土设计强度等级不低于 C50，抗渗等级应符合工程设计要求。混凝土的配合比设计应符合 JGJ55 的规定，混凝土的质量控制应符合 GB 50164 的要求；

6.1.2 管片脱模时的混凝土强度，当采用吸盘脱模时应不低于 15MPa，当采用其它方式脱模时，应不低于 20MPa。管片出厂时的混凝土强度不低于设计强度；

6.1.3 钢纤维混凝土还应符合 JG/T3064 的要求。

6.2 外观质量

管片成品的外观质量应符合表 3 的规定。

表 3 外观质量要求

序号	项 目	项 目 类 别	质 量 要 求
1	贯穿裂缝	A	不允许
2	拼接面裂缝	B	拼接面方向长度不超过密封槽、且宽度小于 0.20mm
3	非贯穿性裂缝	B	内表面不允许，外表面裂缝宽度不超过 0.20mm
4	内、外表面露筋	A	不允许
5	孔洞	A	不允许
6	麻面、粘皮、蜂窝	B	表面麻面、粘皮、蜂窝总面积不大于表面积 5%。 允许修补。
7	疏松、夹渣	B	不允许

8	缺棱掉角、飞边	B	不应有，允许修补。
9	环、纵向螺栓孔	B	畅通、内圆面平整，不得有塌孔。

6.3 尺寸偏差

管片的尺寸允许偏差应符合表 4 的规定

表 4 尺寸允许偏差 单位为毫米

序号	项 目	项目类别	允许偏差
1	宽度	A	±1
2	厚度	A	+3 -1
3	钢筋保护层厚度	B	±5

6.4 水平拼装

水平拼装尺寸允许偏差的应符合表 5 的规定

表 5 水平拼装尺寸允许偏差 单位为毫米

序号	项 目	项目类别	允许偏差
1	环向缝间隙	/	≤2
2	纵向缝间隙	/	≤2
3	成环后内径	≤6000mm	±5
		>6000mm	±10

6.5 检漏试验

在设计检漏试验压力的条件下，恒压 2h，不得出现漏水现象，渗水深度不超过 50mm。

6.6 抗弯性能

抗弯性能有设计要求时，应符合设计要求。

6.7 抗拔性能

抗拔性能有设计要求时，应符合设计要求。

7 试验方法

7.1 混凝土

7.1.1 混凝土拌合物应在浇筑工序中随机取样，混凝土拌合物性能的试验方法应符合 GB/T50080-2002 的规定；立方体试件的制作应符合 GB/T50081-2002 的规定；

7.1.2 每天拌制的同配合比的混凝土，取样不得少于一次，每次至少成型三组。二组试件与管片同条件养护，另一组试件与管片同条件养护脱模后再进行标准养护；

7.1.3 一组与管片同条件养护的试件用于检验脱模强度，另一组与管片同条件养护的试件用于检验出厂强度；经同条件养护脱模后再标准养护的试件用于检验评定混凝土 28d 抗压强度；

7.1.4 混凝土抗压强度试验方法应符合 GB/T50081-2002 的规定；

7.1.5 混凝土 28 天抗压强度的评定应符合 GBJ107-1987 的规定；

7.1.6 投入生产或混凝土设计配合比有调整时应进行混凝土抗渗试验，抗渗试验按 GBJ82-1985 进行。

7.1.7 混凝土设计配合比有调整时应进行混凝土总碱量试验，混凝土总碱量按CECS 53: 1993进行检验。

7.1.8 混凝土设计配合比有调整时应进行混凝土氯离子含量的试验，混凝土氯离子含量的试验按相应组分的氯离子含量试验方法进行检验，总氯离子含量为各组分带入的氯离子含量的总和。

7.2 外观质量、尺寸偏差、水平拼装

外观质量、尺寸偏差、水平拼装检验方法与检验工具见表6。

表6 检验方法与检验工具

序号	检 验 项 目		检 验 方 法	量具分度值 /mm
1	外观 质量	贯穿裂缝	用20倍读数放大镜测量，精确至0.01mm	0.01
2		拼接面裂缝	用20倍读数放大镜测量，精确至0.01mm	0.01
3		非贯穿性裂缝	用20倍读数放大镜测量，精确至0.01mm	0.01
4		内、外表面露筋	观察	/
5		孔洞	观察、测量孔洞深度和长度	/
6		麻面、粘皮、蜂窝	用钢卷尺（或钢直尺）测量，精确至1mm	≤1
7		疏松、夹渣	观察	/
8		环、纵向螺栓孔	目测，用螺栓穿孔进行试验。	/
9		缺棱掉角、飞边	观察	/
10	尺寸 偏差	宽 度	用游标卡尺在内外表面端部及中部测量各三点，精确至0.1mm	≤0.05
11		厚 度	用游标卡尺在二个侧面端部及中部测量各三点，取6点的平均值，精确至0.1mm	≤0.05
12		钢筋保护层厚度	用钢筋保护层厚度测定仪进行测量，在内弧面和外弧面各测量三点，精确至1mm。有争议时通过凿开混凝土保护层用深度游标卡尺进行	≤0.5
13	水平 拼装	内 径	用钢卷尺测量在同一测量断面上测量间隔约45°的四个方向直径，计算平均值，精确至1mm	≤1
14		纵、环向缝间隙	用塞尺测量，每环与环、块与块测定一个最大值，精确至0.1mm	≤0.05

7.3 检漏试验

见附录A

7.4 抗弯性能

参见附录B

7.5 抗拔性能

参见附录C

8 检验规则

8.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验二类

8.2 出厂检验

8.2.1 检验项目

混凝土抗压强度、外观质量、尺寸偏差、水平拼装。

8.2.2 批量与抽样

批量与抽样数量见表7

表7 出厂检验批量组成与抽样数量

序号	项目	批量	抽样数量
1	混凝土抗压强度	按本标准 7.1	
2	外观质量	30 环	1 环
3	尺寸偏差	30 环	1 环
4	水平拼装	200 环	二环或三环拼装
5	检漏试验	/	/

8.2.3 判定规则

8.2.3.1 混凝土抗压强度

28d混凝土抗压强度按GBJ107-1987检验评定。

8.2.3.2 外观质量

- a) 受检样品中：项目所有检查点全部合格为单项合格。
- b) 当批产品 A 类项目全部合格，B 类项目的不合格不超过 2 项，则判定该批产品的外观质量合格。

8.2.3.3 尺寸偏差

- a) 受检样品中：宽度、厚度项目所有检查点全部合格为单项合格。
- b) 当批产品宽度、厚度合格，钢筋保护层厚度超差点不超过检查点的 20%，则判定该批产品尺寸偏差合格。

8.2.3.4 水平拼装

受检样品中：超差点不超过检查点的 20% 为该项合格，三项全部合格则判定该批产品的水平拼装合格。

8.2.4 总判定

混凝土抗压强度、外观质量、尺寸偏差、水平拼装均符合标准要求时，则判该批产品为合格。

8.3 型式检验

8.3.1 检验项目

混凝土抗压强度、外观质量、尺寸偏差、水平拼装、检漏试验、抗弯性能(如有设计要求)、抗拔性能(如有设计要求)。

8.3.2 当有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a. 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- b. 正式生产后如产品结构、原材料、生产工艺和管理有较大改变，可能影响产品性能时；
- c. 产品长期停产后，恢复生产时；
- d. 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- e. 当相同产品生产周期达半年或生产达到一定批量时；
- f. 国家质量监督检验机构提出进行检验时。

8.3.3 批量与抽样

批量与抽样数量见表 8

表 8 型式检验批量组成与抽样数量

序号	项目	批量	抽样数量
1	混凝土抗压强度	按本标准 7.1	
2	外观质量	200 环	1 环
3	尺寸偏差	200 环	1 环
4	水平拼装	200 环	二环或三环拼装
5	检漏试验	200 环	1 块, 复检 2 块
6	抗弯性能	根据设计方案确定批量、抽样及复检数量。	
7	抗拔性能		

8.3.4 判定规则

8.3.4.1 外观质量、尺寸偏差

同 8.2.3.2、8.2.3.3。

8.3.4.2 水平拼装

同 8.2.3.4。

8.3.4.3 检漏试验

受检样品合格, 则判定该批产品的检漏试验合格。若第一块不合格, 复检的 2 块均符合标准要求, 同样判该批产品的检漏试验合格。

8.3.4.4 抗弯性能

如有抗弯性能设计要求时, 抗弯性能检验满足设计要求, 则判定该批产品抗弯性能合格。

8.3.4.5 抗拔性能

如有抗拔性能设计要求时, 抗拔性能检验满足设计要求, 则判定该批产品抗拔性能合格。

8.3.5 总判定

混凝土抗压强度、外观质量、尺寸偏差、水平拼装、检漏试验、抗弯性能(如有要求时)、抗拔性能(如有要求时)均符合标准要求时, 则判该批产品为合格, 任何一项不合格则判该批产品不合格。

9 标志与出厂证明书

9.1 标志

9.1.1 永久标志

在管片的内弧面标明企业永久标志, 其内容为生产厂标识。

9.1.2 临时标志

在管片的弧面或端侧面喷涂标志, 该标志在施工现场组装结束之前不得消失, 应清晰易识别。标记内容应包括: 管片标记、管片编号、模具编号、生产日期、检验状态。每一片管片应独立编号。

9.2 出厂证明书

凡经检验合格的产品, 应按规定填写出厂证明书, 其内容应包括:

- a. 制造厂厂名、商标、厂址、电话；
- b. 生产日期、出厂日期；
- c. 执行标准；
- d. 产品型号、规格；
- e. 混凝土抗压强度检验结果；
- f. 出厂检验项目检验结果；
- g. 制造厂技术检验部门签章。

10 贮存、运输

10.1 贮存

10.1.1 产品堆放场地应坚实平整。

10.1.2 管片应按型号分别码放，可采用侧面立放或内弧面向上平放，管片之间应使用垫木分隔。管片堆放高度，宜根据管片大小、自重计算决定。管片内弧面向上平放超过五层或侧面立放超过三层时应进行受力验算。

10.1.3 管片在吊装过程中应采取适当的防护措施，防止损坏管片。

10.2 运输

产品运输时应放在支垫物上，层与层之间用垫木隔开，每层支承点在同一平面上，各层支垫物在同一直线上。

附 录 A
(规范性附录)
检漏试验方法

本附录适用于管片的检漏试验，包括试验用仪器设备的技术要求和试验结果评定等。

A.1 试件

试件为按规定抽样的样品。

A.2 试验仪器设备

A.2.1 检漏试验架

用于固定试件的支承座，应采用刚性支座，紧固螺杆及试验架钢板应有足够的刚度。密封面与管片应能紧密接触，结合处橡胶密封垫密封。进水口应均匀分布在承水压面的轴线上，标准块检漏试验时进水口不少于4个。

密封面积为管片外弧面中部三分之一面积区域，见图A.1。



图 A.1 管片检漏密封示意图

A.2.2 仪器

试验用仪器其技术要求见表A.1，压力表、应按规定期限进行检定。

表 A.1 检漏试验仪器技术要求

仪器名称	单位	技 术 指 标		
		量程	分度值	精度
压力表	2.5MPa	2.5 MPa	0.05MPa	1.6 级
电子秒表	min	>2h	0.01	一级
加压泵		能保证均匀加压		

A.3 试验方法

- A.3.1 将管片平稳安放在试验架上，检查密封橡胶垫是否紧贴在管片外弧面上；
- A.3.2 在管片内弧面轴线上垫上三条橡皮条，中间一条，边沿各一条；管片密封垫距管片边缘的距离为50mm。
- A.3.3 在管片内弧面宽度方向压上紧固横杆，用螺栓与下支承座上的紧固横杆连接，从中间开始向二边收紧。
- A.3.4 打开放气阀门，然后接通进水阀，注入自来水，当排气孔中排出水后，关闭排气阀，启动加压泵，按0.05MPa/min的加压速度，加压到0.2MPa，恒压10min，检查管片是否有渗漏水现象，观察侧面渗透高度，作好记录；
- A.3.5 继续加压到0.4MPa、0.6MPa……，每级恒压时间10 min，直至加压到设计抗渗压力，恒压2h，检查管片是否有渗漏水现象，观察侧面渗透高度，作好记录。
- A.4
结果评定按本标准 6.5 规定判定。

附录 B
(资料性附录)
抗弯性能试验方法

本附录适用于管片的抗弯性能试验，包括试验用仪器设备的技术要求和试验结果处理，以测定裂缝荷载和破坏荷载值，并在荷重下对管片的挠度和水平位移进行测试。

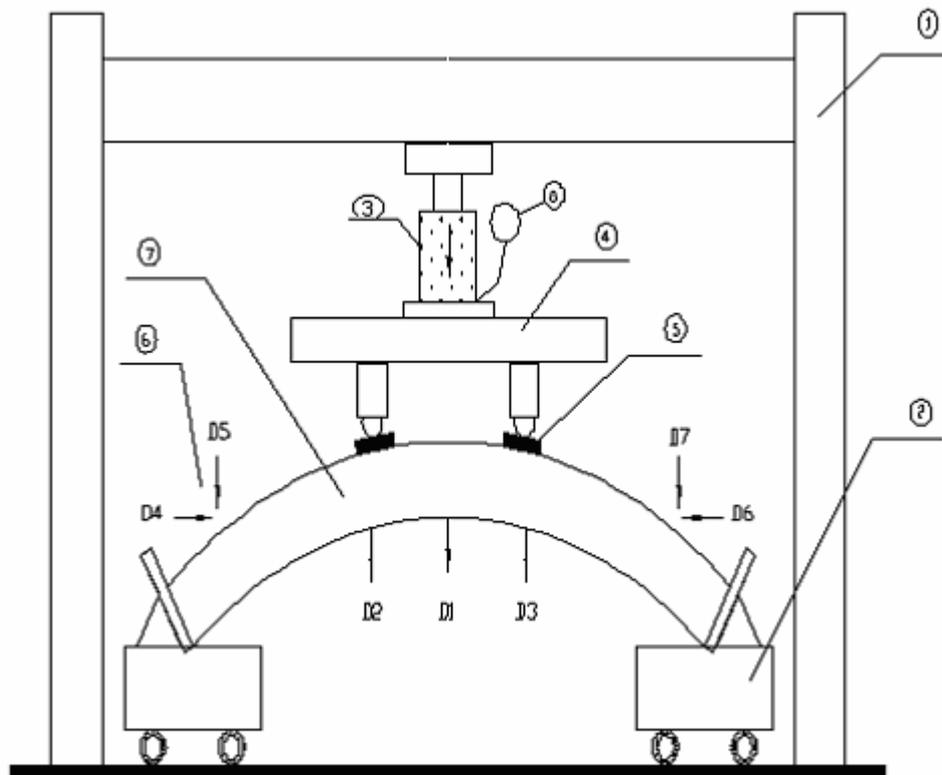
B.1 试件

试件为按规定抽样的样品。

B.2 试验仪器设备

B.2.1 试验反力架

用于固定试件的反力试验架最大承载能力应满足试验要求。试验装置示意图见图 B.1。



- ① 试压架 ② 活动小车 ③ 千斤顶或压力传感器 ④ 分配梁 ⑤ 橡胶垫
⑥ 百分表 ⑦ 管片 ⑧ 压力表 D1—D7 为测试位移的百分表读数

图 B.1 抗弯性能试验装置示意图

挠度和水平位移测试点示意图见图 B.2

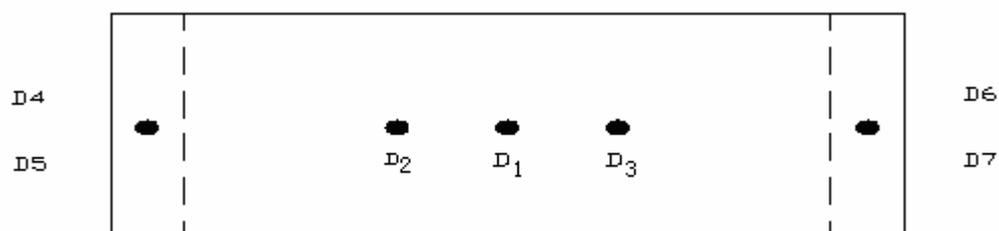


图 B.2 抗弯性能试验位移测试点示意图

B.2.2 试验用仪器，应按规定期限进行检定。其技术要求见表 B.1。

表 B.1 抗弯性能试验仪器技术要求

仪器名称	单位	技术指标		
		量程	分度值	精度
荷载测试仪	kN	500	0.1	1级
读数显微镜	mm	10	0.01	0.01
百分表	mm	30	0.01	1级
电子秒表	min	>2h	1秒	1级
加压千斤顶		500kN 能保证均加压		

B.3 试验方法

B.3.1 将管片平稳安放在试验架上，在加载点上垫上厚度不小于20mm的橡胶垫。

B.3.2 采用千斤顶分配梁系统加荷，加荷点标距900mm或设计确定。支承管片两端的小车可沿地面轨道滑动。

B.3.3 荷载分级和持续时间：

采用分级加荷法：每次加荷 10kN，加荷完成后，静停 1min 记录测试仪显示数据及中心点和加荷点及水平位置变量。

B.3.4 裂缝荷载：

当出现第一次裂缝后，静停 10min，观察裂缝的开展，并取本级荷载值为开裂荷载实测值。

B.3.5 破坏荷载

当加荷至测试仪显示数据不再上升时，以此级荷载值为最终破坏荷载，并记录最大裂缝宽度。

B.3.6 试验记录及位移变量计算

a. 记录每一级加荷后的位移变量，并按下列计算：

$$\text{中心点位移} = D_1 - (D_5 + D_7) / 2$$

$$\text{荷载点位移} = (D_2 + D_3) / 2 - (D_5 + D_7) / 2$$

$$\text{水平点位移} = (D_4 + D_6) / 2$$

b. 根据位移变量绘制各中心点、荷载点、水平点变量曲线图。

c. 记录在不同荷重情况下裂缝出现的位置和裂缝宽度。

附 录 C
(资料性附录)
抗拔性能试验方法

本附录适用于管片的抗拔性能试验,包括试验用仪器设备的技术要求和试验结果处理,以测定管片吊装孔螺栓最大抗拔力,测定其抗拔性能。

C.1 试件

试件为按规定抽样的样品。

C.2 试验仪器设备

C.2.1 试验反力架

用于固定试件的反力试验架的最大承载能力应满足试验要求。试验装置示意图可参见图 C.1。

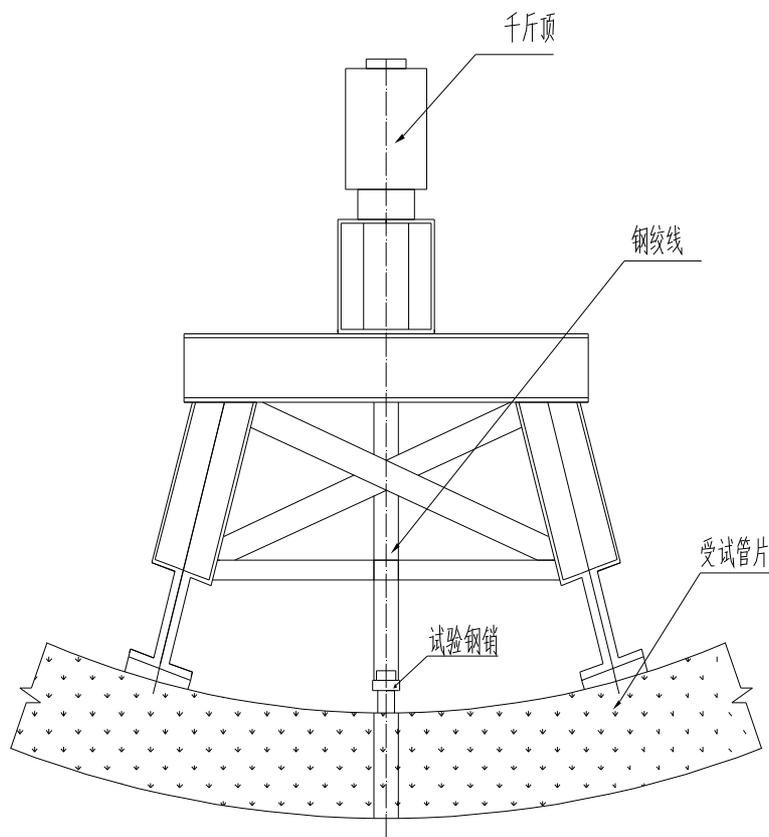


图 C.1 抗拔性能试验装置示意图

C.2.2 试验用仪器,应按规定期限进行检定。其技术要求见表 C.1。

表 C.1 抗拔性能试验仪器技术要求

仪器名称	单位	技 术 指 标		
		量程	分度值	精度
荷载测试仪	kN	500	0.1	1 级
读数显微镜	mm	10	0.01	0.01
电子秒表	min	>2h	1 秒	一级
加压千斤顶		500kN 能保证均匀加压		

C.3 试验方法

C.3.1 将管片平稳安放在试验架上，将拉力螺栓杆旋入灌浆孔中。

C.3.2 将拉力螺栓杆用钢绞线与千斤顶连接；

C.3.3 安装测力传感器，开始加载测试；

C.3.4 荷载分级和持续时间：

采用分级加荷方式。当荷载小于正常使用短期荷载检验值时，每级荷载为该荷载值的 20%；当荷载大于该短期荷载值时，每级荷载为该荷载值的 10%；当荷载接近承载力荷载检验值时，每级荷载为承载力检验荷载设计值的 5%，每级恒载时间不低于 3min。

记录在不同抗拔力下灌浆孔螺栓的位移量。当位移突然增大传感器读数不再增加、螺栓周围混凝土破坏时的荷载即为最大抗拔力。