UDC

中华人民共和国行业标准

CJJ

P

CJJ/T 164－2011
备案号 J 1194－2011

盾构隧道管片质量检测技术标准

Standard for quality inspection
of shield tunnel segment

2011－05－10　发布　　2012－03－01　实施

中华人民共和国住房和城乡建设部　发布

中华人民共和国行业标准

盾构隧道管片质量检测技术标准

Standard for quality inspection
of shield tunnel segment

CJJ/T 164－2011

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部
施行日期：2 0 1 2 年 3 月 1 日

中国建筑工业出版社

2011 北 京

中华人民共和国行业标准

盾构隧道管片质量检测技术标准

Standard for quality inspection
of shield tunnel segment

CJJ/T 164－2011

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）
各地新华书店、建筑书店经销
北京红光制版公司制版
化学工业出版社印刷厂印刷

*

开本：850×1168 毫米　1/32　印张：1¾　字数：46 千字
2011 年 7 月第一版　　2011 年 7 月第一次印刷
定价：**10.00** 元
统一书号：15112・20812
版权所有　翻印必究
如有印装质量问题，可寄本社退换
（邮政编码 100037）
本社网址：http://www.cabp.com.cn
网上书店：http://www.china-building.com.cn

中华人民共和国住房和城乡建设部
公　　告

第1014号

关于发布行业标准《盾构隧道管片质量检测技术标准》的公告

现批准《盾构隧道管片质量检测技术标准》为行业标准，编号为CJJ/T 164－2011，自2012年3月1日起实施。

本标准由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2011年5月10日

龙牛网 www.longniu.com 下载

前　言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2009年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》（建标［2009］88号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本标准。

本标准的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语；3. 基本规定；4. 技术指标；5. 检验方法；6. 验收标准。

本标准由住房和城乡建设部负责管理，由广东省建筑科学研究院负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送广东省建筑科学研究院（地址：广州市先烈东路121号，邮政编码：510500）。

本标准主编单位：广东省建筑科学研究院
中铁二十五局集团有限公司

本标准参编单位：广州市地下铁道总公司
广州市建设工程质量监督站
广东华隧建设股份有限公司
广州安德建筑构件有限公司
广东省基础工程公司
北京港创瑞博混凝土有限公司
深圳海川实业股份有限公司

本标准主要起草人员：徐天平　王小青　杨国龙　李　健
冯国冠　王　洋　陈丽娜　苏振宇
蔡文胜　李　杰　赖伟文　吕志珩
邵孟新　杨思忠　黄永衡　黄威然
谭伟源　刘志峰　黎振东　霍志光

本标准主要审查人员：戎君明　蔡　健　邸小坛　张庆贺
王秀志　张柏林　张继清　罗世东
王清明　杨小礼　钱春阳

龙牛网 www.longniu.com 下载

目　　次

1　总则 …… 1
2　术语 …… 2
3　基本规定 …… 4
4　技术指标 …… 6
4.1　混凝土管片 …… 6
4.2　钢管片 …… 7
5　检验方法 …… 9
5.1　强度检验 …… 9
5.2　外观检验 …… 9
5.3　尺寸检验 …… 10
5.4　水平拼装检验 …… 11
5.5　渗漏检验 …… 12
5.6　抗弯性能检验 …… 14
5.7　抗拔性能检验 …… 17
5.8　焊缝检验 …… 18
5.9　涂层检验 …… 19
6　验收标准 …… 20
6.1　检验数量 …… 20
6.2　判定标准 …… 21
6.3　检验结果 …… 23
附录A　原始记录表格 …… 24
附录B　麻面、粘皮面积的计算方法 …… 30
本标准用词说明 …… 32
引用标准名录 …… 33
附：条文说明 …… 35

Contents

1 General Provisions ····· 1
2 Terms ····· 2
3 Basic Requirements ····· 4
4 Technique Index ····· 6
4.1 Concrete Segment ····· 6
4.2 Steel Segment ····· 7
5 Testing Method ····· 9
5.1 Strength Testing ····· 9
5.2 Appearance Inspection ····· 9
5.3 Dimensional Inspection ····· 10
5.4 Horizontal Assembling ····· 11
5.5 Leakage Testing ····· 12
5.6 Bend Testing ····· 14
5.7 Test of Anti-pulling ····· 17
5.8 Weld Quality Inspection ····· 18
5.9 Coat Quality Inspection ····· 19
6 Acceptance Standard ····· 20
6.1 Amount of Inspection ····· 20
6.2 Criterion ····· 21
6.3 Result Determination ····· 23
Appendix A Original Recording Form of Test ····· 24
Appendix B Calculational Methods of Blemish Dimensions ····· 30
Explanation of Wording in This Standard ····· 32
List of Quoted Standards ····· 33
Addition: Explanation of Provisions ····· 35

龙牛网 www.longniu.com 下载

1 总　则

1.0.1 为加强盾构法隧道工程施工管理，统一盾构隧道管片质量检测和验收，保证检测准确可靠，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于采用盾构法施工的盾构隧道混凝土管片和钢管片进场拼装施工前的检测和质量验收。

1.0.3 盾构隧道管片质量检测和验收除应执行本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术　语

2.0.1 管片　segment

盾构隧道衬砌环的基本单元，包括混凝土管片和钢管片。

2.0.2 混凝土管片　concrete segment

以混凝土为主要原材料，按混凝土预制构件设计制作的管片。

2.0.3 钢管片　steel segment

以钢材为主要原材料，按钢构件设计制作的管片。

2.0.4 水平拼装检验　test of horizontal assembly

将两环或三环管片沿铅直方向叠加拼装，通过测量管片内径、外径、环与环、块与块之间的拼接缝隙，从而评价管片的尺寸精度和形位偏差。

2.0.5 渗漏检验　test of leakage

对混凝土管片外弧面逐级施加水压，观察水在混凝土管片内弧面及拼接面的渗透情况，评价管片抵抗水渗漏的能力。

2.0.6 抗弯性能检验　test of bending

对混凝土管片施加抗弯设计荷载，分析混凝土管片在抗弯荷载作用下的变形、管片表面裂缝的产生和变化，评价管片的抗弯性能。

2.0.7 抗拔性能检验　test of anti-pulling

对混凝土管片中心吊装孔的预埋受力构件进行拉拔试验，评价管片吊装孔的抗拔性能。

2.0.8 粘皮　peeling

混凝土表面的水泥砂浆层被模具粘去后留下的粗糙表面。

2.0.9 飞边　flash

模塑过程中溢入模具合模线或脱模销等间隙处并留在混凝土

龙牛网 www.longniu.com 下载

管片上的水泥砂浆。

2.0.10 拼接面 splicing surface

采用某种方式将盾构隧道管片连接起来，管片与管片之间的接触面。

2.0.11 环向 ring direction

盾构隧道管片拼装成环后，环的切线方向。

2.0.12 纵向 longitudinal direction

盾构隧道管片拼装后，环与环的中心连线方向。

2.0.13 渗漏检验装置 tester of leakage testing

在渗漏检验中，用于固定混凝土管片试件，并能在管片外弧面与试验架钢板之间形成密闭区间进行充水加压试验的试验台座。渗漏检验装置由检验架钢板、刚性支座、横压件、紧固螺杆、橡胶密封垫等组成。

3 基本规定

3.0.1 盾构隧道管片检测，应在接受委托后，进行现场和有关资料调查，制定检测方案并确认仪器设备状况后进行现场检测，根据计算分析和结果评价判断是否进行扩大抽检，并应出具检测报告（见图 3.0.1）。

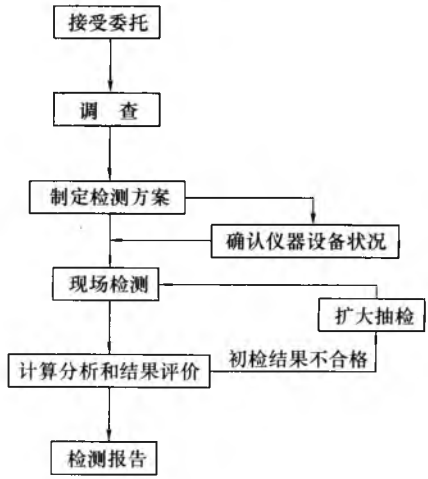


图 3.0.1 盾构隧道管片检测工作程序

3.0.2 从事盾构隧道管片质量检测的机构，应符合国家规定的有关结构构件检测资质条件要求。检测人员应经过培训并取得检测资格。

3.0.3 盾构隧道管片的检测数据应真实可靠，全面反映管片质量状况。检测所用的仪器设备应进行定期检定和校准，并应处于正常状态。仪器设备的测量精度应满足本标准相关章节的要求。

3.0.4 盾构隧道管片现场检测时，除应执行本标准的有关规定

龙牛网 www.longniu.com 下载

外，还应遵守国家有关安全生产的规定。检测区域应设置明显标志，并应采取适当措施保证检测人员和仪器设备安全。

3.0.5 混凝土管片外观、尺寸、水平拼装、渗漏、抗弯性能、抗拔性能检验的原始记录可按本标准附录A的格式记录。

3.0.6 盾构隧道管片检测报告应包含下列主要内容：

1 工程名称，委托单位名称，建设单位、设计单位、施工单位、管片生产单位及监理单位名称；

2 检测目的及依据的标准；

3 检测项目、检测数量及仪器设备；

4 检测结果与数据分析、检测结论；

5 检测日期和报告完成日期，检测单位，主要检测人员的签章；

6 检测数据图表和照片以及计算资料。

4 技术指标

4.1 混凝土管片

4.1.1 混凝土管片的混凝土强度等级不应小于C50，且应符合设计要求。

4.1.2 混凝土管片应进行外观检验，外观的检验项目和质量要求应按表4.1.2确定。

表4.1.2 混凝土管片外观检验项目和质量要求

序号	项 目	检验项目	质量要求
1	主控项目	贯穿裂缝	不允许
2		内、外弧面露筋	不允许
3		孔洞	不允许
4		疏松、夹渣	不允许
5		蜂窝	不允许
6		非贯穿性裂缝	裂缝宽度允许范围0～0.10mm
7	一般项目	拼接面裂缝	拼接面方向长度不超过密封槽，裂缝宽度允许范围0～0.20mm
8		麻面、粘皮	表面麻面、粘皮总面积不大于表面积的5%
9		缺棱掉角、飞边	应修补
10		环、纵向螺栓孔	畅通、内圆面平整，不应有塌孔

4.1.3 混凝土管片应进行尺寸检验，尺寸的检验项目和允许偏差应按表4.1.3确定。

龙牛网 www.longniu.com 下载

表 4.1.3 混凝土管片尺寸的检验项目和允许偏差

序号	项目性质	检验项目	允许偏差（mm）
1	主控项目	宽度	±1
2		厚度	+3，−1
3	一般项目	钢筋保护层厚度	±5

4.1.4 盾构隧道管片应进行水平拼装检验，水平拼装尺寸的检验项目和允许偏差应符合表 4.1.4 的规定。

表 4.1.4 盾构隧道管片水平拼装尺寸的检验项目和允许偏差

序 号	检验项目	允许偏差（mm）
1	成环后内径	±2
2	成环后外径	+6，−2
3	环向缝间隙	0～2
4	纵向缝间隙	0～2

4.1.5 混凝土管片应进行管片渗漏检验，检验结果应满足设计要求。

4.1.6 混凝土管片应进行抗弯性能检验，检验结果应满足设计要求。

4.1.7 混凝土管片应进行吊装螺栓孔抗拔性能检验，检验结果应满足设计要求。

4.2 钢 管 片

4.2.1 钢管片材质应符合设计要求。

4.2.2 钢管片应进行外观检验，外观的检验项目和质量要求应按表 4.2.2 确定。

表 4.2.2 钢管片外观检验项目和质量要求

序号	项 目	检验项目	质量要求
1	主控项目	裂缝	不允许
2	一般项目	锈蚀	符合现行国家标准《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB 8923 规定的 C 级及 C 级以上
3		环、纵向螺栓孔	畅通、内圆面平整

4.2.3 钢管片应进行几何尺寸检验，尺寸的检验项目和允许偏差应符合表 4.2.3 的规定。

表 4.2.3 钢管片尺寸的检验项目和允许偏差

序号	检验项目	允许偏差
1	宽度	±0.5mm
2	厚度	+3mm，−1mm
3	螺栓孔位及直径	±1mm
4	环面与端面、环面与内弧面的垂直度	2′
5	端面、环面平整度	0～0.2mm

4.2.4 钢管片应进行水平拼装检验，水平拼装尺寸允许偏差应符合本标准表 4.1.4 的规定。

4.2.5 钢管片应进行焊缝质量检验，焊缝质量应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。

4.2.6 钢管片应进行涂层质量检验，涂层质量应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。

龙牛网 www.longniu.com 下载

5 检 验 方 法

5.1 强 度 检 验

5.1.1 混凝土管片的混凝土强度检验应以检查生产过程的试件强度试验报告为依据，且应采用回弹法或钻芯法对混凝土管片的混凝土强度进行抽样检验。

5.1.2 当采用回弹法检测混凝土管片的混凝土强度时，回弹法检验应按现行行业标准《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 23 的规定执行。回弹操作面宜选择管片内弧面及管片拼接面。

5.1.3 当抽检混凝土管片的混凝土检验条件不符合现行行业标准《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 23 有关规定或对回弹法结果有争议时，应采用钻芯法进行混凝土强度检验。钻芯法芯样试件制作及试验应符合国家现行有关标准的规定。

5.1.4 钢管片材质强度检验应检查生产过程的检验报告或生产厂家出具的产品质量证明文件，并应符合设计要求。

5.2 外 观 检 验

5.2.1 混凝土管片裂缝检验应先采用目测，当发现裂缝时，应记录每条裂缝的位置、最大宽度和长度，并应按本标准表 4.1.2 判定裂缝类别。

裂缝的最大宽度应采用读数显微镜或裂缝宽度检测仪测量，精确至 0.01mm；裂缝长度宜采用钢直尺或钢卷尺测量，精确至 1mm。

5.2.2 混凝土管片内外弧面露筋检验应采用目测，发现露筋时应记录外露钢筋的位置及数量。

5.2.3 混凝土管片表面孔洞检验应采用目测，发现孔洞时应记录孔洞的位置及数量、每个孔洞的最大孔径和最大深度。

孔洞的最大孔径应采用钢直尺或钢卷尺测量，精确至 1mm；最大深度应采用钢直尺和深度游标卡尺测量，钢直尺沿着管片的纵向轴线紧贴在管片表面，然后用深度游标卡尺测量孔洞底部至管片表面的最大距离，精确至 1mm。

5.2.4 混凝土管片疏松、夹渣检验应采用目测，发现缺陷时应记录疏松、夹渣的位置及数量。

5.2.5 混凝土管片蜂窝检验应采用目测，发现蜂窝时应记录蜂窝的位置及数量。

5.2.6 混凝土管片麻面、粘皮检验应采用目测，发现缺陷时应记录麻面、粘皮的尺寸。

应采用钢直尺或钢卷尺测量麻面、粘皮的尺寸，精确至 1mm，并应按本标准附录 B 计算其面积。

5.2.7 混凝土管片缺棱掉角、飞边应采用目测，发现缺陷时应记录缺棱掉角、飞边的位置及数量。

5.2.8 钢管片表面裂缝应采用目测，当发现裂缝时，应记录每条裂缝的位置、最大宽度和长度。

裂缝的最大宽度应采用读数显微镜或裂缝宽度检测仪测量，精确至 0.01mm；裂缝长度宜采用钢直尺或钢卷尺测量，精确至 1mm。

5.2.9 钢管片表面锈蚀应采用目测，发现锈蚀时应记录锈蚀的位置及数量。

5.2.10 螺栓孔检测应先采用目测，再采用螺栓对混凝土管片和钢管片环向、纵向螺栓孔进行穿孔检验，并应记录螺栓穿孔检验、内圆面平整和螺栓孔塌孔情况。

5.3 尺 寸 检 验

5.3.1 混凝土管片及钢管片的宽度检验应采用游标卡尺在内、外弧面的两端部及中部各测量 1 点，共 6 点，精确至 0.1mm。

龙牛网 www.longniu.com 下载

5.3.2 混凝土管片及钢管片的厚度检验应采用游标卡尺在管片的四角及拼接面中部各测量1点，共8点，精确至0.1mm。

5.3.3 混凝土管片的钢筋保护层厚度检验应符合现行行业标准《混凝土中钢筋检测技术规程》JGJ/T 152的规定。当采用钢筋探测仪进行测量时，应在内弧面和外弧面各测量5点，精确至1mm。当有争议时，可凿开混凝土保护层，应采用深度游标卡尺进行钢筋保护层厚度测量，精确至0.1mm。

5.3.4 钢管片螺栓孔位及直径检验应采用游标卡尺测量，精确至0.1mm。

5.3.5 钢管片的环面与端面、环面与内弧面的垂直度检验应采用靠尺和塞尺测量，并应计算钢管片环面与端面、环面与内弧面的夹角，精确至30″。

5.3.6 钢管片的端面、环面平整度检验，应采用靠尺分别紧贴钢管片端面、环面的中部及端部，用塞尺塞入钢管片检验面与靠尺间的缝隙，精确至0.02mm。

5.4 水平拼装检验

5.4.1 盾构隧道管片水平拼装检验时，可采用二环拼装或三环拼装，拼装时不应加衬垫。环宽大于或等于2m的管片宜按二环水平拼装进行检验，环宽小于2m的管片宜采用三环水平拼装进行检验。

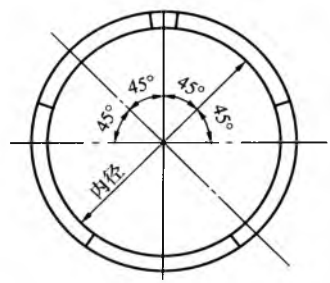


图5.4.2 直径环向测点位置示意

5.4.2 盾构隧道管片成环后内径和成环后外径检验，应采用钢卷尺在同一水平测量断面上选择间隔约45°的四个方向进行测量（见图5.4.2），精确至1mm。

5.4.3 盾构隧道管片的环向缝间隙和纵向缝间隙应全数检验，应先目测管片拼接处，选择较不贴合的接缝，然后用塞尺进行测

量，两环之间的环向缝间隙应测量不少于 6 点，纵向缝间隙应每条缝测量不少于 2 点，精确至 0.1mm。

5.5 渗 漏 检 验

5.5.1 混凝土管片渗漏检验装置（见图 5.5.1）应采用刚性支座，横压件、紧固螺杆及检验架钢板应有足够的刚度。

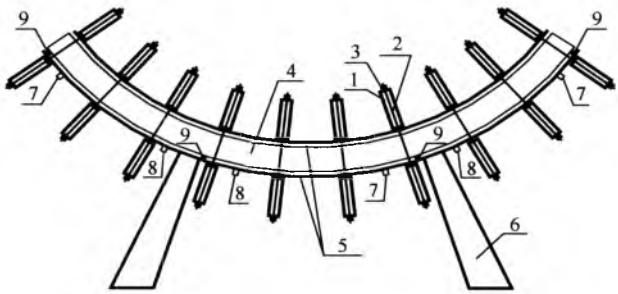


图 5.5.1 渗漏检验装置示意

1—横压件；2—紧固螺杆；3—螺母；4—管片；
5—检验架钢板；6—刚性支座；7—泄压排水孔；
8—加压进水孔；9—橡胶密封垫

5.5.2 渗漏检验装置应将混凝土管片外弧面等分为三个检验区域（见图 5.5.2），每个检验区域应分别布置进水孔和排水孔。检验架钢板与管片外弧面之间应采用橡胶密封垫密封，橡胶密封垫应沿三个检验区域边界布置。橡胶密封垫内侧距离管片侧边不应大于 100mm。

5.5.3 混凝土管片在检验台上应安放平稳，密封橡胶垫应紧贴在管片外弧面上，管片内弧面与横压件间应垫放橡皮条。管片内弧面宽度方向上的横压件应采用紧固螺栓与下支承座上的横压件连接，用扭矩扳手从中间开始向两边逐级对称拧紧。

5.5.4 混凝土管片渗漏检验仪器技术指标应符合表 5.5.4 的规定。

龙牛网 www.longniu.com 下载

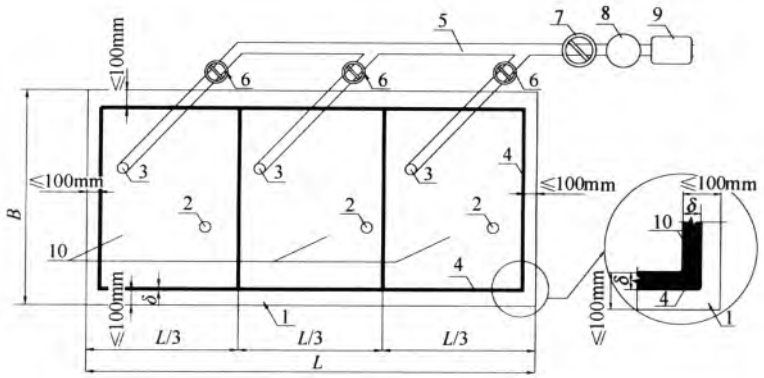


图 5.5.2　渗漏检验示意

1—管片；2—泄压排水孔；3—加压进水孔；4—橡胶密封垫；5—进水管；6—阀门；7—总阀门；8—压力表；9—加压水泵；10—检验区域；δ—橡胶密封垫的宽度；L—管片跨度；B—管片宽度

表 5.5.4　渗漏检验仪器技术指标

仪器名称	技术指标		
	量程	分度值	精度
压力表	2.5MPa	0.05MPa	1.6 级
电子秒表	＞3h	1s	1 级
加压水泵	能保证连续加压		

5.5.5　渗漏检验前，应首先安装连接好渗漏检验装置，打开泄压排水孔，接通进水阀门，注入自来水，当泄压排水孔排水时关闭泄压排水孔，启动加压水泵，分级施加水压。检验应符合下列步骤：

1　按 0.05MPa/min 的加压速度，加压到 0.2MPa，稳压 10min，检查管片的渗漏情况，观察侧面渗透高度，作好记录；

2　继续加压到 0.4MPa、0.6MPa……，每级稳压时间

10min，直至加压到设计抗渗压力，稳压 2h，检查管片内弧面的渗漏情况，观察侧面渗透高度，作好记录；

3 稳压时间内，应保证水压稳定，出现水压回落应及时补压，保证水压保持在规定压力值；

4 混凝土管片渗漏检验过程中，若因橡胶密封垫不密实出现渗漏水时，应判定试验失败，重新检验。

5.6 抗弯性能检验

5.6.1 混凝土管片抗弯性能检验装置（见图 5.6.1）应符合下列规定：

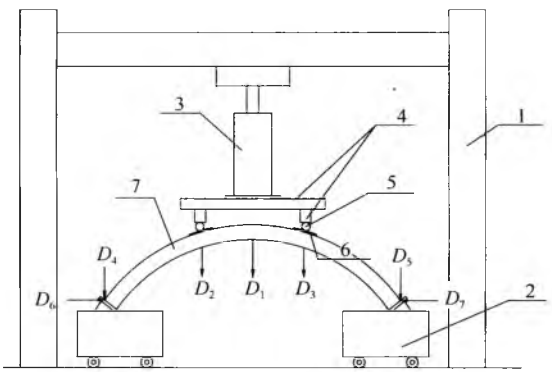


图 5.6.1 抗弯性能检验装置示意

1—加载反力架；2—活动小车；3—油压千斤顶；4—荷载分配梁；5—加压棒；6—橡胶垫；7—管片；D_1～D_7—位移测点

1 加载反力装置所能提供的反力不得小于最大试验荷载的 1.2 倍；

2 支承混凝土管片两端的活动小车车轮应能沿地面轨道滚动；

3 宜采用油压千斤顶进行加载、卸载；

4 施加给混凝土管片的抗弯荷载应通过荷载分配梁来实现，加载点取 1/3 管片跨度；

5　加压棒的长度应与管片宽度相等。

5.6.2　混凝土管片抗弯性能检验设备的安装应符合下列规定：

1　管片应平稳安放在检验架上，加载点上应垫上厚度不小于20mm的橡胶垫；

2　管片检验过程中，应布设挠度和水平位移测点（图5.6.2）。

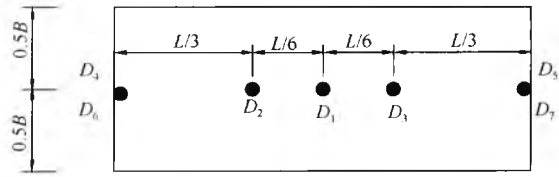


图5.6.2　抗弯性能检验位移测点示意

D_1～D_5—竖向位移测点；D_6、D_7—水平位移测点；

B—管片宽度；L—管片跨度

5.6.3　混凝土管片抗弯性能检验仪器技术指标应符合表5.6.3的规定。

表5.6.3　检验仪器技术指标

仪器名称	技术指标		
	量程	分度值	精度
荷载测量系统	500kN	0.5kN	1%
读数显微镜	10mm	0.01mm	0.01mm
百分表	30mm	0.01mm	1级
电子秒表	>2h	1s	1s
油压千斤顶	500kN能保证连续加压		

5.6.4　混凝土管片抗弯性能检验仪器的选用应符合下列规定：

1　荷载测量系统可采用荷载测试仪直接测读，也可通过千斤顶油压表测量得到，油压表可采用指针油压表或数字压力表；

2　位移宜采用百分表测量，百分表可为机械百分表或数字百分表；

3　裂缝宜采用读数显微镜测量。

5.6.5 混凝土管片抗弯性能检验应采用分级加载方式，每级加载值应符合表 5.6.5 的规定，每级恒载时间不应少于 5min，应记录每级荷载值作用下的各测点位移，并施加下一级荷载。

表 5.6.5 抗弯性能检验加载值

分级 / 荷载值	一级	二级	三级	四级	五级	六级	七级
分级加载值 / 设计荷载值	20%	20%	20%	20%	10%	5%	5%
累计加载值 / 设计荷载值	20%	40%	60%	80%	90%	95%	100%

5.6.6 当混凝土管片出现裂缝后，应持续荷载 10min，观察混凝土管片裂缝的开展，并应取本级荷载值为开裂荷载实测值。

5.6.7 当加载至设计荷载时，应持续荷载 30min，观察混凝土管片裂缝开展，记录最大裂缝宽度，随后卸载，终止检验。

5.6.8 抗弯性能检验的数据处理应符合下列规定：

1 每一级加载后的位移变量，应按下列公式计算：

$$W_1 = D_1 - (D_4 + D_5)/2 \tag{5.6.8-1}$$

$$W_2 = (D_2 + D_3)/2 - (D_4 + D_5)/2 \tag{5.6.8-2}$$

$$W_3 = (D_6 + D_7)/2 \tag{5.6.8-3}$$

式中：W_1——中心点竖向计算位移（mm）；

W_2——载荷点竖向计算位移（mm）；

W_3——水平点计算位移（mm）；

D_1——中心点竖向测量位移（mm）；

D_2、D_3——载荷点竖向测量位移（mm）；

D_4、D_5——端部中点竖向测量位移（mm）；

D_6、D_7——端部中点水平测量位移（mm）。

2 应绘制中心点位移、荷载点位移、水平点位移与荷载的关系曲线图。

3 应提供每级荷载作用下裂缝位置、长度和宽度的图表。

5.6.9 当出现下列情况之一时，检验失败，应重新检验：

1 位移变量曲线出现异常突变；

2 混凝土管片在加载点处出现局部破坏。

5.7 抗拔性能检验

5.7.1 混凝土管片应采用穿心式张拉千斤顶进行管片吊装孔的预埋受力构件抗拔性能检验。抗拔性能检验装置（见图 5.7.1）中的承压钢板开孔直径应大于吊装孔直径 5mm；橡胶垫厚度及承压钢板厚度不应小于 10mm；管片内弧面与橡胶垫之间的空隙应填细砂找平。

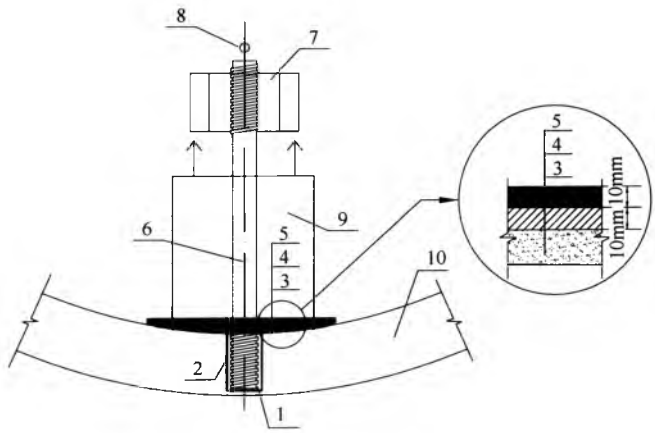


图 5.7.1 抗拔性能检验示意

1—吊装孔；2—预埋受力构件；3—细砂；4—橡胶垫；5—承压钢板；6—螺杆；7—螺母；8—位移测点；9—穿心式张拉千斤顶；10—管片

5.7.2 混凝土管片抗拔性能检验设备的安装应按下列步骤进行：

1 先将螺杆旋入吊装孔螺栓管内，检查螺栓的旋入深度及垂直度；

2 将橡胶垫及承压钢板套进螺杆，然后安装穿心式张拉千斤顶，旋紧螺母，使管片、螺栓、螺杆、千斤顶、螺母连接成一

整体；

3 安装荷载测试系统。

5.7.3 混凝土管片抗拔性能检验仪器的技术指标应符合表5.7.3的规定。

表5.7.3 检验仪器技术指标

仪器名称	技术指标		
	量程	分度值	精度
荷载测试系统	500kN	0.5kN	1%
读数显微镜	10mm	0.01mm	0.01mm
百分表	30mm	0.01mm	1级
电子秒表	>2h	1s	1s
油压千斤顶	500kN能保证连续加压		

5.7.4 混凝土管片抗拔性能检验应采用分级加载方式，每级加载值应符合表5.7.4的规定，每级持荷时间不应少于5min，应记录每级荷载作用下螺栓的位移量。

表5.7.4 抗拔性能检验加载值

分级 / 荷载值	一级	二级	三级	四级	五级	六级	七级
分级加载值 / 设计荷载值	20%	20%	20%	20%	10%	5%	5%
累计加载值 / 设计荷载值	20%	40%	60%	80%	90%	95%	100%

5.7.5 当抗拔性能检验加载达到设计荷载时，应持续荷载30min，每5min测量一次位移，记录荷载和位移，终止试验并观察混凝土管片裂缝开展情况。

5.8 焊缝检验

5.8.1 钢管片焊缝缺陷检验应采用目测或放大镜观察，当发现

缺陷后应采用游标卡尺或钢尺测量缺陷的长度，精确至 0.1mm，并应记录缺陷的类型、位置及数量。焊缝几何尺寸偏差检验应采用焊缝量规测量，精确至 0.1mm。

5.8.2 钢管片焊缝内部缺陷检验应采用超声波法进行探伤检测。焊缝内部缺陷检验的操作应符合国家现行标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 和《钢结构超声波探伤及质量分级法》JG/T 203 的有关规定。

5.9 涂 层 检 验

5.9.1 钢管片涂层外观质量宜采用目测的方式进行检测，钢管片涂层厚度宜采用干漆膜测厚仪进行检测。

5.9.2 钢管片涂层检验应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205 的有关规定。

6 验收标准

6.1 检验数量

6.1.1 盾构隧道管片的检验，应合理划分检验批，制定抽样检验方案。检验批宜根据工程验收需要按施工标段划分。抽样检验方案应在检查管片的规格、型号及性能检测报告的基础上制定。

6.1.2 混凝土管片质量检验项目应包括：混凝土强度、外观、尺寸、水平拼装、渗漏、抗弯性能及抗拔性能，抽样检验数量应符合表 6.1.2 规定。

表 6.1.2 混凝土管片质量验收检验数量

序号	检验项目	抽样检验数量
1	混凝土强度	采用回弹法，回弹法抽检数量不少于同一检验批管片总数的 5%
2	外观	每 200 环抽检 1 环，不足 200 环时按 200 环计
3	尺寸	
4	水平拼装	每 1000 环抽检 1 次，不足 1000 环时按 1000 环计
5	渗漏	每 1000 环抽检 1 块，不足 1000 环时按 1000 环计
6	抗弯性能	
7	抗拔性能	

注：外观及尺寸的检验应按标准块、邻接块、封顶块三种类型管片分别抽检；渗漏、抗弯性能检验宜选用标准块。

6.1.3 钢管片质量检验项目应包括：外观、尺寸、水平拼装、焊缝及涂层，抽样检验数量应符合表 6.1.3 规定。

表 6.1.3 钢管片质量验收检验数量

序号	检验项目	抽样检验数量
1	外观	每 100 环抽检 1 环，不足 100 环时按 100 环计
2	尺寸	
3	水平拼装	每 500 环抽检 1 次，不足 500 环时按 500 环计
4	焊缝	每 100 环抽检 1 环，检验该环焊缝总数的 1%，不足 100 环时按 100 环计
5	涂层	每 100 环抽检 1 环，不足 100 环时按 100 环计

注：外观及尺寸的检验应按标准块、邻接块、封顶块三种类型管片分别抽检。

6.2 判定标准

6.2.1 当采用回弹法对混凝土管片强度进行抽检时，应按现行行业标准《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 23 的规定，计算混凝土强度推定值。当生产过程的混凝土试件强度试验报告评定为合格且回弹法抽检推定值或钻芯法芯样强度试验值满足设计强度要求时，应判定该检验批管片混凝土强度合格。

6.2.2 混凝土管片外观检验应按本标准表 4.1.2 指标判定，当主控项目无缺陷且一般项目缺陷不超过 2 项时，应判定该检验批管片外观质量合格。

6.2.3 混凝土管片的几何尺寸应按本标准表 4.1.3 规定的允许偏差进行判定。当混凝土管片宽度、厚度和钢筋保护层厚度检验均符合下列规定时，应判定该检验批管片几何尺寸合格：

1 管片各个测点的宽度检验结果不超过允许偏差，宽度的检验结果应判为合格。

2 管片各个测点的厚度检验结果不超过允许偏差，厚度的检验结果应判为合格。

3 管片钢筋保护层厚度检验应符合下列规定：

1）当全部钢筋保护层厚度检验的合格点率为 90%及以上时，钢筋保护层厚度的检验结果应判为合格；

2）当全部钢筋保护层厚度检验的合格点率小于90%但不小于80%时，可再抽取相同数量的管片进行检验；当按两次抽样总和计算的合格点率为90%及以上时，钢筋保护层厚度的检验结果仍应判为合格；

3）每次抽样检验结果中不合格点的最大偏差均不应大于本标准表4.1.3规定允许偏差值的1.5倍。

6.2.4 混凝土管片水平拼装检验应按本标准表4.1.4规定的允许偏差进行判定，当成环后内径、成环后外径、环向缝间隙和纵向缝间隙的各个检测结果均符合本标准表4.1.4规定的允许偏差时，应判定该检验批管片水平拼装性能合格。

6.2.5 混凝土管片的抗渗性能应按以下规定进行判定：在设计抗渗压力下稳压2h，管片内弧面不出现渗漏水现象，侧面渗水高度不超过50mm，应判定该检验批管片抗渗性能合格。

6.2.6 混凝土管片的抗弯性能应按以下规定进行判定：加载达到设计荷载并持荷30min后，没有观察到裂缝或裂缝宽度不大于0.2mm，应判定该检验批管片抗弯性能符合设计要求。

6.2.7 混凝土管片的抗拔性能应按以下规定进行判定：设计荷载下的最后三次所测位移，相邻两个位移差均小于0.01mm，应判定该检验批管片预埋受力构件抗拔性能符合设计要求。

6.2.8 钢管片的外观质量应按本标准表4.2.2的规定的允许偏差进行判定，当主控项目无缺陷且一般项目缺陷不超过1项时，应判定该检验批钢管片外观质量合格。

6.2.9 钢管片尺寸偏差应按本标准表4.2.3的规定进行判定，当抽检钢管片尺寸偏差检验项目全数满足要求时，应判定该检验批合格。

6.2.10 钢管片的水平拼装结果应按本标准第6.2.4条的规定进行判定。

6.2.11 钢管片焊缝质量应按现行国家标准《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205的规定进行判定。

6.2.12 抽检钢管片涂层质量应按现行国家标准《钢结构工程施

工质量验收规范》GB 50205 的规定进行判定。

6.3 检 验 结 果

6.3.1 同一检验批混凝土管片质量评定应符合下列规定：

1 当混凝土强度、外观、尺寸、水平拼装、渗漏、抗弯性能、抗拔性能检验均判定为合格时，应判定该检验批管片为合格。

2 当有一项性能指标不合格时，应针对不合格性能指标取双倍数量管片进行扩大检验，如扩大抽检合格，则去除抽检不合格管片，该检验批管片应判定为合格；若加倍抽样检验仍不合格，应对该检验批管片该项目逐一进行检验，合格者方可使用。

6.3.2 同一检验批钢管片质量评定应符合下列规定：

1 当外观、尺寸、水平拼装、焊缝、涂层检验均判定为合格时，应判定该检验批管片为合格。

2 当有一项性能指标不合格时，应针对不合格性能指标取双倍数量管片进行扩大检验，如扩大抽检合格，则去除抽检不合格管片，该检验批管片应判定为合格；若加倍抽样检验仍有不合格，应对该检验批管片该项目逐一进行检验，合格者方可使用。

附录 A　原始记录表格

A. 0. 1　混凝土管片外观检验可按表 A. 0. 1 记录。

表 A. 0. 1　混凝土管片外观检验原始记录表

工程名称			检验地点	
检验标准			管片生产单位	
检验日期			管片编号	
检验仪器			记录编号	
序号	项目	检验项目	检验情况	
1	主控项目	贯穿裂缝		
2		内、外弧面露筋		
3		孔洞		
4		疏松、夹渣		
5		蜂窝		
6		非贯穿性裂缝		
7	一般项目	侧表面裂缝		
8		麻面、粘皮		
9		缺棱掉角、飞边		
10		环、纵向螺栓孔		
检验：		校核：		

A.0.2 混凝土管片尺寸偏差检验可按表 A.0.2 记录。

表 A.0.2 混凝土管片尺寸偏差检验原始记录表

工程名称		检验地点	
检验标准		管片生产单位	
检验日期		管片编号	
检验仪器		记录编号	

序号	项 目	几何尺寸（mm）								备注
		测点1	测点2	测点3	测点4	测点5	测点6	测点7	测点8	
1	宽度									测 5 点
2	厚度									测 8 点
3	钢筋保护层厚度									内弧面测 5 点
										外弧面测 5 点

检验： 校核：

A. 0. 3 混凝土管片水平拼装检验可按表 A. 0. 3 记录。

表 A. 0. 3 混凝土管片水平拼装检验原始记录表

工程名称		检验地点	
依据规范		生产单位	
检验日期		管片编号	
检验仪器		记录编号	

序号	项 目	几何尺寸（mm）						备注
		测点1	测点2	测点3	测点4	测点5	测点6	
1	成环后内径							测 4 点
2	成环后外径							测 4 点
3	环向缝间隙							每环测 6 点
4	纵向缝间隙							每缝测 2 点
	……							

检验： 校核：

A.0.4 混凝土管片渗漏检验可按表 A.0.4 记录。

表 A.0.4 混凝土管片渗漏检验原始记录表

工程名称				检验地点		
检验标准				管片生产单位		
检验日期				管片编号		
检验仪器				记录编号		
次序	分级水压（MPa）	累计施加水压（MPa）	持荷时间（min）	侧面渗透高度（mm）	渗漏水现象	备注
检验：			校核：			

A.0.5 混凝土管片抗弯性能检验可按表 A.0.5 记录。

表 A.0.5 混凝土管片抗弯性能检验原始记录表

工程名称：	管片生产单位：	检验地点：
检验标准：	检验日期：	管片编号：
检验仪器：	记录编号：	

次序	分级荷载（kN）	累计外加荷载（kN）	持荷时间（min）	百分表读数（mm）							出现裂缝情况	备注
				D_1	D_2	D_3	D_4	D_5	D_6	D_7		

检验： 校核：

A.0.6 混凝土管片抗拔性能检验可按表 A.0.6 记录。

表 A.0.6 混凝土管片抗拔性能检验原始记录表

工程名称				检验地点	
检验标准				管片生产单位	
检验日期				管片编号	
检验仪器				记录编号	
次序	分级荷载（kN）	累计外加荷载（kN）	持荷时间（min）	百分表读数（mm）	备注
检验：		校核：			

附录 B　麻面、粘皮面积的计算方法

B. 0. 1　当麻面、粘皮形状近似为圆形时，在其大约中心位置，测其相互垂直的纵、横两个方向的长度（见图 B. 0. 1），其面积应按下列公式计算：

$$D = \frac{D_h + D_z}{2} \tag{B. 0. 1-1}$$

$$S = \frac{\pi D^2}{4} \tag{B. 0. 1-2}$$

式中：D——麻面、粘皮平均直径（mm）；

S——麻面、粘皮面积（mm^2）；

D_h——麻面、粘皮横向直径（mm）；

D_z——麻面、粘皮纵向直径（mm）。

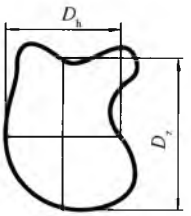


图 B. 0. 1　麻面、粘皮直径的测量图

B. 0. 2　当麻面、粘皮形状近似为矩形时，应测最大长度 L、最大宽度 B_{max} 和最小宽度 B_{min}，取其平均宽度（见图 B. 0. 2），其面积应按下式计算：

$$S = L\frac{B_{max} + B_{min}}{2} \tag{B. 0. 2}$$

式中：S——麻面、粘皮面积（mm^2）；

L——麻面、粘皮长度（mm）；

B_{max}——麻面、粘皮最大宽度（mm）；

B_{min}——麻面、粘皮最小宽度（mm）。

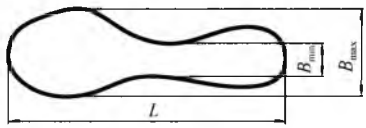


图 B.0.2　麻面、粘皮直径的测量图

B.0.3　当麻面、粘皮形状难以确定时，其面积应取本标准公式（B.0.1-2）与公式（B.0.2）计算所得的较大值。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1） 表示很严格，非这样不可的：

正面用词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2） 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

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做的：

正面词用“宜”，反面词用“不宜”；

4） 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

1 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
2 《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB 8923
3 《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》JGJ/T 23
4 《混凝土中钢筋检测技术规程》JGJ/T 152
5 《钢结构超声波探伤及质量分级法》JG/T 203

中华人民共和国行业标准

盾构隧道管片质量检测技术标准

CJJ/T 164－2011

条 文 说 明

制 定 说 明

《盾构隧道管片质量检测技术标准》CJJ/T 164－2011，经住房和城乡建设部2011年5月10日以第1014号公告批准、发布。

为便于广大设计、施工、质监、质检、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《盾构隧道管片质量检测技术标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目　　次

1　总则…… 38
2　术语…… 39
3　基本规定…… 41
4　技术指标…… 42
4.1　混凝土管片…… 42
5　检验方法…… 43
5.1　强度检验 …… 43
5.2　外观检验 …… 43
5.3　尺寸检验 …… 43
5.4　水平拼装检验 …… 44
5.5　渗漏检验 …… 45
5.6　抗弯性能检验 …… 45
5.7　抗拔性能检验 …… 46
6　验收标准…… 47
6.2　判定标准 …… 47
6.3　检验结果 …… 47

1 总　则

1.0.1 随着我国社会经济迅速发展，在轨道交通、公路、铁路、水利、电力、市政工程等建设工程中，地下隧道应用越来越广泛。目前，地下隧道施工方法主要有暗挖法、盾构法、沉管法。盾构法作为修建地下隧道的一种施工方法，具有技术先进、施工速度快、衬砌质量高、对环境影响小等优点。如在我国北京、上海、广州、深圳和南京等主要城市，已建和在建的地下隧道大都采用盾构法施工。

在盾构法施工隧道过程中，必须配套使用大量的拼装式管片，管片质量直接关系到隧道运营的安全性和维护成本，因此，必须对管片质量制定科学合理的检测方法。

对盾构隧道管片质量检验项目、检验方法及验收等进行科学、系统、全面的整理，制定本标准，对促进轨道交通工程建设发展，保障和提高盾构隧道管片质量具有指导意义。

1.0.2 本条规定了本标准的适用范围。盾构隧道管片拼装施工前，应按本标准进行第三方检测。按材料分类，盾构隧道管片可分为混凝土管片、钢管片和铸铁管片等；混凝土管片又可分为钢筋混凝土管片和纤维混凝土管片。目前我国盾构隧道管片主要采用钢筋混凝土管片，其使用率达 90%以上；少量工程也使用纤维混凝土管片；钢管片一般用在盾构隧道与联络通道接口处；铸铁管片在我国基本不采用。鉴于我国目前盾构隧道管片使用的实际情况，本标准针对混凝土管片和钢管片作出了规定。在执行本标准时，生产厂家还应按现行国家标准《预制混凝土衬砌管片》GB/T 22082 进行出厂检验。

2 术　　语

本标准的术语是从结构工程现场检测的角度赋予其涵义，但涵义不一定是术语的定义。同时还给出了相应的推荐性英文术语，该英文术语不一定是国际上的标准术语，仅供参考。

2.0.1　盾构法施工的隧道衬砌由一环一环相互拼接而成。隧道衬砌环由若干块管片拼接而成，最后拼装成环的楔形管片称为封顶块，与之相连的两块称为邻接块，其余为标准块。目前，城市轨道交通隧道衬砌环的直径一般为6m，城际轨道、公路隧道直径可达12m。对于直径为6m的城市轨道交通工程，一般由6块混凝土管片拼成一环，简称为“3+2+1”模式，即一环管片由3块标准块，2块邻接块，1块封顶块构成（见图1）。12m的城际轨道公路隧道通常采用“6+2+1”模式。

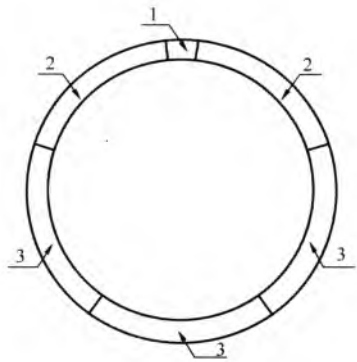


图1　隧道衬砌环拼装示意

1—封顶块；2—邻接块；3—标准块

2.0.4　实际施工是环与环之间进行轴向水平拼装，但在水平拼装检验时，为操作方便，规定沿铅直方向进行环与环叠加拼装。

2.0.8、2.0.9　这两条对混凝土管片的粘皮和飞边进行术语解释。混凝土管片的裂缝、露筋、蜂窝、麻面、夹渣等术语可参照《建筑结构检测技术标准》GB/T 50344的有关规定。

2.0.10～2.0.12　管片拼装示意见图2a。单块管片（见图2b）表面由内弧面、外弧面和四个拼接面构成，其中拼接面又分两个

端面和两个环面，环与环之间的拼接面对应的是环面，同一环中的拼接面对应的是端面。

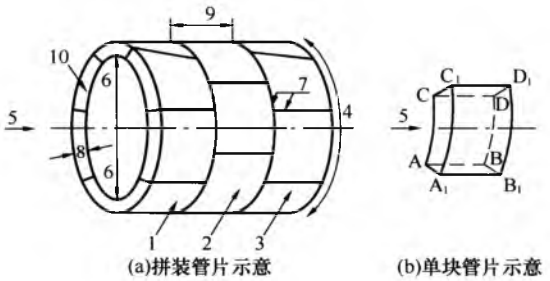


图 2　管片术语示意

1—第 $i-1$ 环管片；2—第 i 环管片；3—第 $i+1$ 环管片；4—环向；
5—轴向或纵向；6—径向；7—管片拼接面；8—管片厚度；
9—管片宽度；10—管片环面；
ABCD—管片内弧面；$A_1B_1C_1D_1$—管片外弧面；
AA_1BB_1、CC_1DD_1—管片端面；AA_1CC_1、BB_1DD_1—管片环面

3 基本规定

3.0.1 盾构隧道管片检测程序是对检测工作全过程和几个主要阶段的阐述。

3.0.2 由于对盾构隧道管片的质量检测要求高，本条对从事管片检测工作的检测单位和检测人员提出了资质、资格要求。

3.0.3 影响检测数据的因素很多，其中测量仪器是关键因素。本条对仪器设备提出了三个方面的要求：一是要求进行定期检定或者定期校准，如百分表、秒表等应通过检定确定其合格或不合格，千斤顶等应进行校准，根据实际校准结果来调整压力与荷载的关系。二是要求仪器设备应处于正常工作状态，定期维护保养，试验使用前简单检查，有条件时进行期间核查。三是要求仪器设备量程、精度或分辨率应满足检测要求。

3.0.4 盾构隧道管片属于大型构件，特别是在进行结构性能试验过程中有一定危险性，故对安全及防护提出了要求。

3.0.6 本条规定了检测报告应包括的主要内容。

4 技术指标

4.1 混凝土管片

4.1.5 对于盾构隧道管片，其耐久性主要考察其结构整体的抗渗性，不同于在生产管片时对预留的混凝土试件的抗渗性能检测。基于以下原因：

1 混凝土试件抗渗性只表示管片所用的混凝土这种材质的检漏性，并不代表成型后的管片本身；

2 混凝土这种材料在成型为管片的过程中，其振捣密实性与试件成型时振捣密实性不一定完全相同；

3 成型试件为素混凝土，而管片当中则分布着钢筋，两者在内部裂缝分布方面不完全相同。

因此，不能以混凝土试件抗渗性来代替管片渗漏检验。渗漏检验的目的是模拟管片经受隧道土体中地下水渗透压力作用的情况，检验管片抵抗渗漏的能力，从一个侧面反映管片内部情况的密实性。该检验的进行是必要的。

管片在隧道土体中，整个外弧面与土体及地下水相接触，承受地下水渗透压力的作用，而检验中的管片其整个外弧面也承受一定的水压力的作用，两者的渗透状态比较吻合。因此，检验结果能较真实地反映管片承受地下水渗透的能力。

5 检验方法

5.1 强度检验

5.1.1 为了检验回弹法和钻芯法对混凝土管片混凝土强度检测的适用性，对出厂后拼装前的管片进行了现场试验，试验结果表明：1）回弹法在每测区的回弹平均值数值稳定，离散性很小，推定的混凝土强度值与实际相符；2）同一管片上钻芯得到的混凝土试件抗压强度值约有浮动，但也都与管片的实际强度相符；3）对同一混凝土管片同一位置分别进行回弹法和钻芯法检测，对比分析表明，回弹法推定的混凝土强度值略微大于钻芯法测定的强度值。以上试验表明，回弹法和钻芯法都适用于混凝土管片混凝土强度的检测。

5.1.2 采用回弹法检测混凝土管片的混凝土强度时，宜选择管片内弧面和拼接面（见图 2）作为操作面，其原因为：1）混凝土管片的外弧面往往有一层较厚的砂浆抹面，回弹试验实测结果表明，管片外弧面的回弹值离散性较大，其推定混凝土强度值也与实际强度偏差较大；2）管片拼装施工后，外弧面就无法进行回弹法检测，因此，考虑到今后拼装和运营中的检测工作，也不宜将外弧面作为回弹检测操作面。

5.1.3 若采用钻芯法检测管片混凝土强度，为了便于修补，芯样高径比宜为 1∶1。

5.2 外观检验

5.2.1 裂缝类别分为贯穿裂缝、非贯穿性裂缝和拼接面裂缝三类。

5.3 尺寸检验

5.3.1、5.3.2 管片宽度及厚度的测量位置（见图 3）。AA_1BB_1

和 CC_1DD_1 为管片端部，EE_1FF_1 为管片中部，AB 方向为管片宽度方向，AA_1 方向为管片厚度方向。

管片宽度检测测量位置应选择 $W_1 \sim W_6$；管片厚度检测测量位置应选择 $h_1 \sim h_8$。

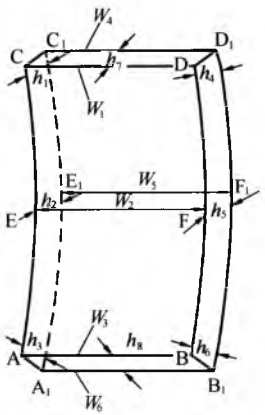


图 3　管片宽度及厚度测量位置示意

ABCD—管片内弧面；$A_1B_1C_1D_1$—管片外弧面；

$W_1 \sim W_6$—管片宽度测量位置；$h_1 \sim h_8$—管片厚度测量位置

5.3.5、5.3.6　有关端面和环面的术语详见 2.0.10～2.0.12 条文说明。

5.4　水平拼装检验

5.4.1　当隧道仅在联络通道处使用钢管片，其余管片为混凝土管片的情况下，钢管片的水平拼装检测不受环宽的限制，可采用两环拼装检验。

5.4.3　我国目前盾构隧道管片使用形状基本上是圆形，管片拼装缝隙位置见图 4。纵向缝间隙是指在同一环中，相邻两块管片之间的缝隙；环向缝间隙是指环与环之间的整条接触面间隙。

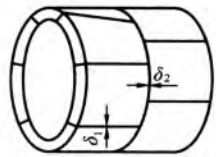


图 4　管片拼装缝隙位置示意

δ_1—纵向缝间隙；δ_2—环向缝间隙

5.5　渗 漏 检 验

5.5.3　在管片渗漏检验中，该试验装置由多颗紧固螺栓固定，在管片安装过程时容易因螺栓扭力差异较大而对管片造成破坏，导致试验失败。因此，在安装时采用扭矩扳手，能有效地阻止意外发生。

5.5.4　表 5.5.4 中的压力表的精度等级是以它的允许误差占表盘刻度值的百分数来划分的，其精度等级数越大允许误差占表盘刻度极限值越大。压力表的量程越大，同样精度等级的压力表，它测得压力值的绝对值允许误差越大。压力表的允许误差＝±量程×精度等级％。

本试验压力表的允许误差为 0.05MPa，同时量程刻度的极限值应为工作压力的 1.5 倍～3.0 倍，最好是 2 倍。参照此要求可选用其他规格的压力表。

5.6　抗弯性能检验

5.6.1　检验过程中，千斤顶的压力先通过荷载分配梁传递到加压棒上，再传递到管片上。加压棒是两根平行放置在管片外弧面上的圆钢，因此，管片的受力主要集中在两条相互平行的线上，方向竖直向下。管片在隧道围岩（或土体）中的受力情况是，管片环外的围岩（或土体）压力及地下水压力，分布在管片的整个外弧面上，作用力方向沿管片环的内径向。由此，管片抗弯性能检验过程中的受力情况与工作中管片的真实受力不完全相同。但

对于管片这样的均质构件，在合力大小相同的情况下，集中荷载比均布荷载更容易使管片产生裂缝，说明检验中所取的荷载是偏于安全的，对保证施工安全及使用安全更有参考价值。

同时，检验过程中管片产生裂缝的走向分布，基本与受力线（两根平行加压棒）一致，而管片环在隧道中因注浆不饱满，隧道受到不均衡压力，进而在管片环的中部产生水平向的裂缝，这两者情况非常相似。因此，可认为该检验过程较近似地反映了管片在隧道围岩（或土体）中的受力情况。

5.6.8 在混凝土管片的抗弯性能检验过程中，管片若出现的裂缝较多，无法逐条记录时，可选择若干条具有代表性的主要裂缝进行记录。例如，首次出现的裂缝、长度和宽度比较大的裂缝等。

5.7 抗拔性能检验

5.7.2 本条第3款的荷载测试系统可采用荷载测试仪直接测读，也可通过千斤顶油压表测量得到，油压表可采用指针油压表或数字压力表。

6 验收标准

6.2 判定标准

6.2.2 管片外观质量从十个方面提出了质量要求，贯穿裂缝、内外表面露筋、孔洞、疏松夹渣、蜂窝、宽度超过 0.10mm 的非贯穿裂缝等六类缺陷是不允许存在的，若抽检发现有以上任一项缺陷应判定该检验批管片外观质量不合格。

6.2.5 观察管片渗漏情况主要从两个方向进行观察：一是在管片内弧面看是否有漏水现象，二是在管片拼接面观察是否有渗水现象，渗水高度是否超过 50mm。

6.2.6 该检验的目的是模拟管片在隧道土体中的受力情况。检验定性为结构性能检验，以验证其在规定的试验方法下的承载力是否符合设计要求，不验证管片极限承载能力，检验荷载不施加破坏荷载。

6.2.7 管片抗拔性能检验主要是检验吊装孔预埋受力构件是否能满足管片吊装时的施工要求，故检验荷载满足设计荷载即可，不需做破坏试验。

关于该方法的可行性，争议较少，一般认为该方法能较真实地反映出管片吊装孔预埋受力构件在施工吊装过程中受拉拔的情况。因为吊装孔预埋受力构件在施工吊装过程中受到的拉拔力主要是来自管片本身的自重，这个力是竖直方向，与吊装孔预埋受力构件受力方向一致，而试验过程与此比较吻合。

6.3 检验结果

6.3.1、6.3.2 如果出现不合格的批次，应对管片逐一进行检验，检验合格的管片可用于施工，检验不合格的管片不得用于施工。



统一书号：15112·20812
定　　价：10.00　元