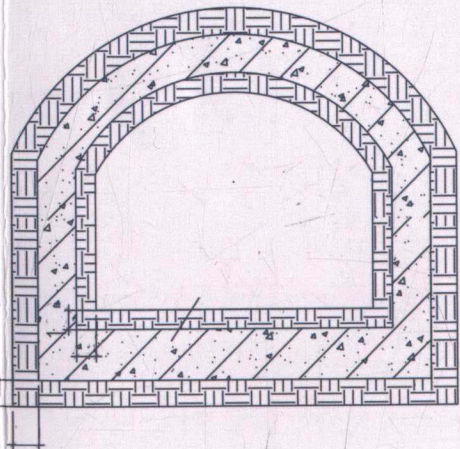
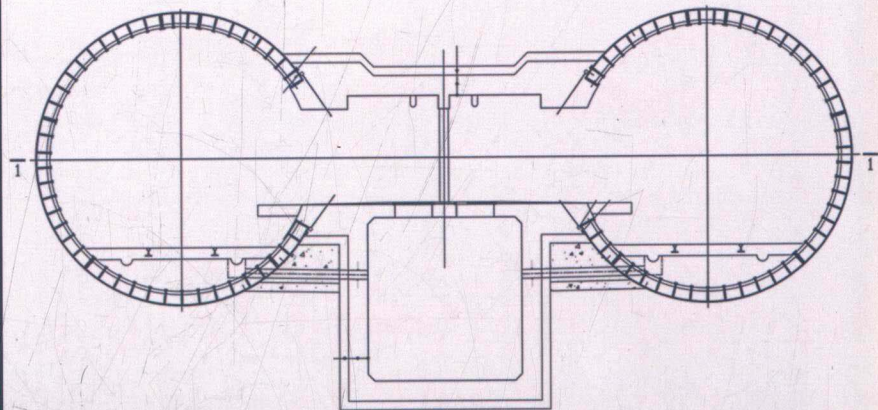


城市轨道交通地下结构 防水设计与施工图集

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG DIXIA JIEGOU
FANGSHUISHEJI YU SHIGONG TUJI

主编：张 勇 贾 逸 张 辉 李代剑
主审：柳 林 范训益 彭 斌 张 立



中国建筑工业出版社

城市轨道交通地下结构防水设计 与施工图集

主编：张 勇 贾 逸 张 辉 李代剑
主审：柳 林 范训益 彭 斌 张 立

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

城市轨道交通地下结构防水设计与施工图集/张勇等
主编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2016. 11
ISBN 978-7-112-19656-2

I. ①城… II. ①张… III. ①城市轨道交通-地下工程-
建筑防水-工程施工-图集 IV. ①U239.5-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 185019 号

责任编辑: 胡明安

责任设计: 谷有稷

责任校对: 王宇枢 张颖

本书共 6 章, 分别是: 基本规定、城市轨道交通明挖法结构防水设计与施工、城市轨道交通矿山法结构防水设计与施工、城市轨道交通盾构法结构防水设计与施工、相关防水材料供应商及技术资料简介、城市轨道交通地下结构防水工程实例。本书以图文的形式介绍城市轨道交通地下结构防水工程的设计和施工方法。图集介绍的技术既有传统的方法, 也有目前正在推广使用的新技术。

本书可供从事于城市轨道交通防水设计、施工等人员使用, 也是指导城市轨道交通工程防水施工的主要参考资料。

城市轨道交通地下结构防水设计 与施工图集

主编: 张勇 贾逸 张辉 李代剑
主审: 柳林 范训益 彭斌 张立

*

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
霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版
环球东方 (北京) 印务有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 横 1/16 印张: 14 $\frac{3}{4}$ 字数: 432 千字
2016 年 11 月第一版 2016 年 11 月第一次印刷
定价: 45.00 元

ISBN 978-7-112-19656-2
(29157)

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)

本书编委会

主编：张勇 贾逸 张辉 李代剑

主审：柳林 范训益 彭斌 张立

参编：张小勇 袁杰 崔强 丁红军 冯景伟 周伟 张凯 李国强 郑骥 刘长玉
张忠强 李建鹏 王强 田振国 梅文俊 谭木荣 张彦彬 魏茂铎 倪建勇 夏烈
王冠 曾振铎 樊剑男 胡盛斌 覃文杰 钟火弟 孙拓东 刘民 何翔 李建虎
李世军 范波 冯科军 周雄威 黄厚 张秦梅 邓少文 王刚 苏明 罗方正
程敏 王五洋 柳伟 丁少华 王强 周山君 罗亭 周志强 张永焕 南佳忻
符敏 陈伦 苏守一 胡丹枫 胡龙光 朱东剑 周洪刚 李久旺 郑仕发 马彪
常学峰 杨玉娴 叶明辉 苏兆峰 张保华 宿明辉 闫俊然 李丛林 曹连鹏

单位：中国建筑股份有限公司

中国市政工程西北设计研究院有限公司

上海市隧道工程轨道交通设计研究院

南宁轨道交通集团有限公司

前 言

目前，随着我们国家轨道交通工程事业的快速发展，对轨道交通施工防水设计与施工质量要求越来越高，为进一步规范轨道交通工程防水设计与施工水平，中国建筑股份有限公司南宁轨道交通 2 号线项目经理部依托项目防水设计、施工成功经验，组织长期从事于防水设计与施工的专业技术人员，编写了《城市轨道交通地下结构防水设计与施工图集》。本图集的编写旨在提高轨道交通工程防水设计与施工质量，可供从事于城市轨道交通防水设计、施工等相关专业使用，也是指导城市轨道交通工程防水施工的主要参考资料。

本图集在编制过程中得到中国建筑股份有限公司相关领导的大力支持，在此一并表示感谢，同时由于时间有限，图集难免有不当或错误之处，恳请大家批评指正。

张辉

2016 年 7 月 6 日

目 录

1 基本规定	
1.1 防水设计原则及等级标准	2
FS1-1 防水设计原则及等级标准	2
1.2 防水设计与结构施工形式的关系	3
FS1-2 (一) 防水设计与结构施工形式的关系 (一)	3
FS1-2 (二) 防水设计与结构施工形式的关系 (二)	4
FS1-2 (三) 防水设计与结构施工形式的关系 (三)	5
FS1-2 (四) 防水设计与结构施工形式的关系 (四)	6
2 城市轨道交通明挖法结构防水设计与施工	
2.1 概述	8
FS2-1 明挖法结构防水概况	8
2.2 混凝土结构自防水	9
FS2-2 (一) 混凝土结构自防水 (一)	9
FS2-2 (二) 混凝土结构自防水 (二)	10
FS2-2 (三) 混凝土结构自防水 (三)	11
FS2-2 (四) 混凝土结构自防水 (四)	12
FS2-2 (五) 混凝土结构自防水 (五)	13
2.3 混凝土结构耐久性	14
FS2-3 (一) 混凝土结构耐久性 (一)	14
FS2-3 (二) 混凝土结构耐久性 (二)	15
FS2-3 (三) 混凝土结构耐久性 (三)	16
FS2-3 (四) 混凝土结构耐久性 (四)	17
2.4 接缝防水	18
FS2-4 (一) 明挖法结构接缝防水概况 (一)	18
FS2-4 (二) 明挖法结构接缝防水概况 (二)	19
FS2-5 (一) 一级防水横向垂直施工缝防水示意图 (一)	20
FS2-5 (二) 一级防水横向垂直施工缝防水示意图 (二)	21
FS2-5 (三) 一级防水横向垂直施工缝防水示意图 (三)	22
FS2-5 (四) 一级防水横向垂直施工缝防水示意图 (四)	23
FS2-5 (五) 一级防水横向垂直施工缝防水示意图 (五)	24
FS2-5 (六) 一级防水横向垂直施工缝防水示意图 (六)	25
FS2-6 (一) 二级防水横向垂直施工缝防水示意图 (一)	26
FS2-6 (二) 二级防水横向垂直施工缝防水示意图 (二)	27
FS2-6 (三) 二级防水横向垂直施工缝防水示意图 (三)	28
FS2-6 (四) 二级防水横向垂直施工缝防水示意图 (四)	29
FS2-7 一级防水纵向水平施工缝防水示意图	30
FS2-8 二级防水纵向水平施工缝防水示意图	31
FS2-9 (一) 变形缝防水示意图 (一)	32
FS2-9 (二) 变形缝防水示意图 (二)	33
FS2-9 (三) 变形缝防水示意图 (三)	34
FS2-9 (四) 变形缝防水示意图 (四)	35
FS2-10 诱导缝防水示意图	36
FS2-11 诱导缝排水槽布置意图	37
FS2-12 (一) 接缝防水材料断面构造图 (一)	38
FS2-12 (二) 接缝防水材料断面构造图 (二)	39
FS2-13 (一) 接缝防水材料材质说明 (一)	40
FS2-13 (二) 接缝防水材料材质说明 (二)	41
FS2-14 (一) 中埋式止水带施工说明 (一)	42
FS2-14 (二) 中埋式止水带施工说明 (二)	43

FS2-14 (三) 中埋式止水带施工说明 (三)	44	FS2-33 (二) 后浇带防水示意图 (二)	74
FS2-14 (四) 中埋式止水带施工说明 (四)	45	FS2-34 降水井、接地电极防水示意图	75
FS2-15 外贴式止水带施工说明	46	FS2-35 地下墙接缝、钢筋连接器 防水处理图	76
FS2-16 止水胶、注浆管施工说明	47	FS2-36 格构柱防水示意图	77
FS2-17 防水密封带施工说明	48		
2.5 外防水层设计与施工	49	3 城市轨道交通矿山法结构防水设计与施工	
FS2-18 (一) 涂料防水层的选择及材质说明 (一)	49	3.1 概述	79
FS2-18 (二) 涂料防水层的选择及材质说明 (二)	50	FS3-01 矿山法结构防水概况	79
FS2-18 (三) 涂料防水层的选择及材质说明 (三)	51	3.2 矿山法结构接缝防水	80
FS2-19 (一) 卷材防水层的选择及材质说明 (一)	52	FS3-02 矿山结构接缝防水措施	80
FS2-19 (二) 卷材防水层的选择及材质说明 (二)	53	FS3-03 (一) 一级设防环向施工缝防水示意图 (一)	81
FS2-20 膨润土防水毯的选择及材质说明	54	FS3-03 (二) 一级设防环向施工缝防水示意图 (二)	82
FS2-21 (一) 外防水层施工说明 (一)	55	FS3-03 (三) 一级设防环向施工缝防水示意图 (三)	83
FS2-21 (二) 外防水层施工说明 (二)	56	FS3-03 (四) 一级设防环向施工缝防水示意图 (四)	84
FS2-22 复合式衬砌车站外防水层构造	57	FS3-04 二级设防环向施工缝防水示意图	85
FS2-23 复合式衬砌区间外防水层构造	58	FS3-05 一级设防纵向施工缝防水示意图	86
FS2-24 叠合式衬砌车站外防水层构造	59	FS3-06 二级设防纵向施工缝防水示意图	87
FS2-25 复合式衬砌区间外防水层构造	60	FS3-07 (一) 变形缝防水示意图 (一)	88
FS2-26 放坡开挖车站外防水层构造	61	FS3-07 (二) 变形缝防水示意图 (二)	89
FS2-27 放坡开挖区间外防水层构造	62	FS3-07 (三) 变形缝防水示意图 (三)	90
2.6 细部节点防水	63	FS3-08 接缝防水材料断面示意图	91
FS2-28 涂料防水层阴阳角细部节点	63	FS3-09 接缝防水材料材质说明	92
FS2-29 (一) 卷材防水层细部节点 (一)	64	FS3-10 中埋式止水带施工说明	93
FS2-29 (二) 卷材防水层细部节点 (二)	65	FS3-11 止水胶与外贴式止水带施工说明	94
FS2-29 (三) 卷材防水层细部节点 (三)	66	3.3 外防水层的设计与施工	95
FS2-30 (一) 车站与出入口接口防水层过渡构造 (一)	67	FS3-12 矿山法结构外防水层概况	95
FS2-30 (二) 车站与出入口接口防水层过渡构造 (二)	68	FS3-13 (一) 外防水层的材质说明 (一)	96
FS2-30 (三) 车站与出入口接口防水层过渡构造 (三)	69	FS3-13 (二) 外防水层的材质说明 (二)	97
FS2-31 (一) 穿墙管防水构造 (一)	70	FS3-13 (三) 外防水层的材质说明 (三)	98
FS2-31 (二) 穿墙管防水构造 (二)	71	FS3-14 外防水层施工基面要求	99
FS2-32 桩头防水节点构造	72	FS3-15 塑料防水板施工说明	100
FS2-33 (一) 后浇带防水示意图 (一)	73		

FS3-16	分区注浆系统施工说明	101	FS4-03 (一)	混凝土结构耐久性 (一)	126
FS3-17	预铺防水卷材施工要求	102	FS4-03 (二)	混凝土结构耐久性 (二)	127
FS3-18	喷膜防水层施工要求	103	FS4-03 (三)	混凝土结构耐久性 (三)	128
FS3-19 (一)	矿山法结构外防水层示意图 (一)	104	FS4-03 (四)	混凝土结构耐久性 (四)	129
FS3-19 (二)	矿山法结构外防水层示意图 (二)	105	FS4-03 (五)	混凝土结构耐久性 (五)	130
FS3-19 (三)	矿山法结构外防水层示意图 (三)	106	4.4	管片接缝防水	131
3.4	细部节点防水	107	FS4-04 (一)	管片接缝防水概况 (一)	131
FS3-20 (一)	塑料防水板细部节点 (一)	107	FS4-04 (二)	管片接缝防水概况 (二)	132
FS3-20 (二)	塑料防水板细部节点 (二)	108	FS4-05	密封垫沟槽设计	133
FS3-21 (一)	分区注浆系统细部节点 (一)	109	FS4-06 (一)	接缝密封垫材质说明 (一)	134
FS3-21 (二)	分区注浆系统细部节点 (二)	110	FS4-06 (二)	接缝密封垫材质说明 (二)	135
FS3-22	预铺防水卷材细部节点	111	FS4-07	接缝密封垫施工说明	136
FS3-23	膨润土防水毯细部节点	112	FS4-08 (一)	衬砌接缝防水示意图 (一)	137
FS3-24 (一)	车站与出入口接口防水示意图 (一)	113	FS4-08 (二)	砌接缝防水示意图 (二)	138
FS3-24 (二)	车站与出入口接口防水示意图 (二)	114	FS4-08 (三)	衬砌接缝防水示意图 (三)	139
FS3-25	穿墙管防水示意图	115	FS4-08 (四)	衬砌接缝防水示意图 (四)	140
FS3-26	接地电极防水示意图	116	FS4-08 (五)	衬砌接缝防水示意图 (五)	141
3.5	矿山法结构排水	117	FS4-09 (一)	接缝密封垫断面形式 (一)	142
FS3-27	矿山法结构排水说明	117	FS4-09 (二)	接缝密封垫断面形式 (二)	143
FS3-28 (一)	矿山法结构排水示意图 (一)	118	FS4-10	衬砌变形缝防水示意图	144
FS3-28 (二)	矿山法结构排水示意图 (二)	119	FS4-11	螺孔密封圈防水示意图	145
4 城市轨道交通盾构法结构防水设计与施工			FS4-12	管片角部加强措施	146
4.1	概述	121	FS4-13 (一)	衬砌嵌缝防水 (一)	147
FS4-01 (一)	盾构法区间防水概况 (一)	121	FS4-13 (二)	初砌嵌缝防水 (二)	148
FS4-01 (二)	盾构法区间防水概况 (二)	122	4.5	手孔封堵	149
4.2	管片混凝土结构自防水	123	FS4-14	手孔封堵概况	149
FS4-02 (一)	混凝土管片自防水 (一)	123	FS4-15 (一)	手孔封堵材质说明 (一)	150
FS4-02 (二)	混凝土管片自防水 (二)	124	FS4-15 (二)	手孔封堵材质说明 (二)	151
FS4-02 (三)	混凝土管片自防水 (三)	125	FS4-16	手孔封堵施工说明	152
4.3	混凝土结构耐久性	126	4.6	出洞防水装置	153
FS4-03 (一)	混凝土结构耐久性 (一)	126	FS4-17 (一)	出洞防水装置概况 (一)	153
FS4-03 (二)	混凝土结构耐久性 (二)	127	FS4-17 (二)	出洞防水装置概况 (二)	154
FS4-03 (三)	混凝土结构耐久性 (三)	128			
FS4-03 (四)	混凝土结构耐久性 (四)	129			
FS4-03 (五)	混凝土结构耐久性 (五)	130			

FS4-18	插板式出洞防水装置示意图	155	FS5-3 (三)	CPS 反应粘湿铺防水卷材技术资料 (三)	180
FS4-19	铰链式出洞防水装置示意图	156	FS5-3 (四)	CPS 反应粘湿铺防水卷材技术资料 (四)	181
FS4-20	双道铰链式出洞防水装置示意图	157	FS5-3 (五)	CPS 反应粘湿铺防水卷材技术资料 (五)	182
FS4-21	双圆盾构出洞防水装置示意图	158	FS5-3 (六)	CPS 反应粘湿铺防水卷材技术资料 (六)	183
FS4-22	后浇混凝土洞圈防水示意图	159	FS5-3 (七)	CPS 反应粘湿铺防水卷材技术资料 (七)	184
4.7	管片外防水涂层	160	5.4	BST 非固化橡胶沥青防水涂料	185
FS4-23	管片外防水涂层	160	FS5-4 (一)	非固化橡胶沥青防水涂料技术资料 (一)	185
4.8	联络通道及泵房防水	161	FS5-4 (二)	非固化橡胶沥青防水涂料技术资料 (二)	186
FS4-24	联络通道及泵房防水概况	161	5.5	反应性丁基橡胶腻子钢板止水带	187
FS4-25	联络通道防水示意图	162	FS5-5 (一)	反应性丁基橡胶腻子钢板止水带技术资料 (一)	187
FS4-26	联络通道及泵房防水示意图	163	FS5-5 (二)	反应性丁基橡胶腻子钢板止水带技术资料 (二)	188
FS4-27 (一)	联络通道细部节点防水图 (一)	164	FS5-5 (三)	反应性丁基橡胶腻子钢板止水带技术资料 (三)	189
FS4-27 (二)	联络通道细部节点防水图 (二)	165			
FS4-28	联络通道及泵房内防水示意图	166			

5 相关防水材料供应商及技术资料简介

5.1	钠基膨润土防水毯	168
FS5-1 (一)	膨润土防水毯相关技术资料 (一)	168
FS5-1 (二)	膨润土防水毯相关技术资料 (二)	169
FS5-1 (三)	膨润土防水毯相关技术资料 (三)	170
FS5-1 (四)	膨润土防水毯相关技术资料 (四)	171
FS5-1 (五)	膨润土防水毯相关技术资料 (五)	172
FS5-1 (六)	膨润土防水毯相关技术资料 (六)	173
FS5-1 (七)	膨润土防水毯相关技术资料 (七)	174
5.2	现浇轻质泡沫混凝土	175
FS5-2 (一)	现浇轻质泡沫混凝土相关技术资料 (一)	175
FS5-2 (二)	现浇轻质泡沫混凝土相关技术资料 (二)	176
FS5-2 (三)	现浇轻质泡沫混凝土相关技术资料 (三)	177
5.3	金雨伞 CPS 反应粘湿铺防水卷材	178
FS5-3 (一)	CPS 反应粘湿铺防水卷材技术资料 (一)	178
FS5-3 (二)	CPS 反应粘湿铺防水卷材技术资料 (二)	179

6 城市轨道交通地下结构防水工程实例

6.1	上海轨道交通 17 号线工程	191
FS6-1 (一)	上海轨道交通 17 号线 (一)	191
FS6-1 (二)	上海轨道交通 17 号线 (二)	192
FS6-1 (三)	上海轨道交通 17 号线 (三)	193
FS6-1 (四)	上海轨道交通 17 号线 (四)	194
FS6-1 (五)	上海轨道交通 17 号线 (五)	195
FS6-1 (六)	上海轨道交通 17 号线 (六)	196
FS6-1 (七)	上海轨道交通 17 号线 (七)	197
6.2	南宁轨道交通 2 号线工程	198
FS6-2 (一)	南宁轨道交通 2 号线 (一)	198
FS6-2 (二)	南宁轨道交通 2 号线 (二)	199
FS6-2 (三)	南宁轨道交通 2 号线 (三)	200
FS6-2 (四)	南宁轨道交通 2 号线 (四)	201
FS6-2 (五)	南宁轨道交通 2 号线 (五)	202
FS6-2 (六)	南宁轨道交通 2 号线 (六)	203
FS6-2 (七)	南宁轨道交通 2 号线 (七)	204
FS6-2 (八)	南宁轨道交通 2 号线 (八)	205

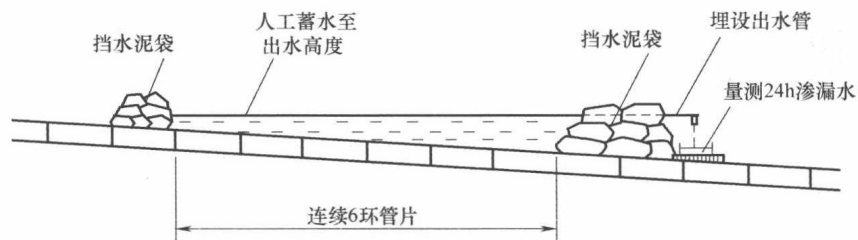
6.3 南昌轨道交通 1 号线工程	206	FS6-4 (三) 重庆轨道交通环线 (三)	215
FS6-3 (一) 南昌轨道交通 1 号线 (一)	206	FS6-4 (四) 重庆轨道交通环线 (四)	216
FS6-3 (二) 南昌轨道交通 1 号线 (二)	207	FS6-4 (五) 重庆轨道交通环线 (五)	217
FS6-3 (三) 南昌轨道交通 1 号线 (三)	208	FS6-4 (六) 重庆轨道交通环线 (六)	218
FS6-3 (四) 南昌轨道交通 1 号线 (四)	209	6.5 苏州轨道交通 4 号线工程	219
FS6-3 (五) 南昌轨道交通 1 号线 (五)	210	FS6-5 (一) 苏州轨道交通 4 号线 (一)	219
FS6-3 (六) 南昌轨道交通 1 号线 (六)	211	FS6-5 (二) 苏州轨道交通 4 号线 (二)	220
FS6-3 (七) 南昌轨道交通 1 号线 (七)	212	FS6-5 (三) 苏州轨道交通 4 号线 (三)	221
6.4 重庆轨道交通环线工程	213	FS6-5 (四) 苏州轨道交通 4 号线 (四)	222
FS6-4 (一) 重庆轨道交通环线 (一)	213	FS6-5 (五) 苏州轨道交通 4 号线 (五)	223
FS6-4 (二) 重庆轨道交通环线 (二)	214		

1 基本规定

1.1 防水设计原则及等级标准

城市轨道交通的防水设计，应根据气候条件、工程地质和水文地质状况、结构特点、施工方法、使用要求等因素进行，以保证结构的安全、耐久性和使用要求。城市轨道交通工程的防水设计应遵循“以防为主、刚柔结合、多道防线、因地制宜、综合治理”的原则进行设计。当漏水量小于设计要求，且疏排水不会引起周围地面下沉和影响结构耐久性时，可对主体结构内的极少量渗水进行疏排。

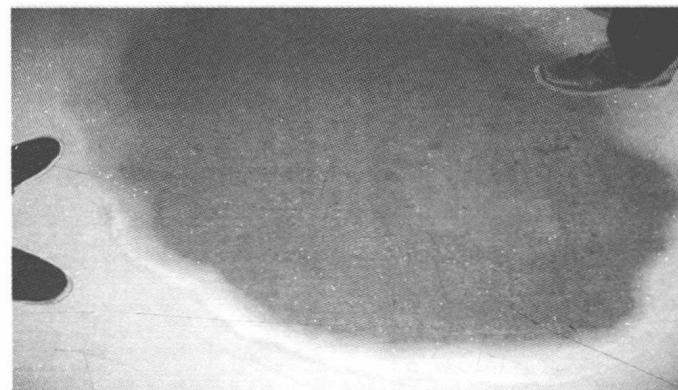
应确立钢筋混凝土结构自防水体系，并以此作为主体形成系统工程，即以结构自防水为根本，以诱导缝、施工缝、变形缝等各类接缝防水为重点，辅以附加防水层加强防水。盾构区间采用高精度钢模制作高精度管片，以管片结构自防水为根本，接缝防水为重点，确保隧道整体防水。



(a) 用贮水土坝测一昼夜积聚水的示意图

地下车站主体结构、出入口通道、机电设备集中区防水等级应为一級，即：不允许渗水，结构表面无湿渍。车站的风道、风井等附属结构，及区间隧道的防水等级应为二级，即：不允许漏水，结构表面可有少量湿渍：总湿渍面积不应大于总防水面积的 $2/1000$ ；任意 100m^2 防水面积上的湿渍不超过 3 处，单个湿渍的最大面积不大于 0.2m^2 ；区间隧道还要求平均渗透量不大于 $0.05\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ，任意 100m^2 防水面积上的渗透量不大于 $0.15\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。

漏水量与湿渍量的测定方法：1) 用贮水土坝测一昼夜积聚水的方法（如图 a 所示）；2) 用尺测量湿渍面积的方法等来推算渗透量和湿渍面积。湿渍用洒水造湿的方法检测与近似换算，如图 b 所示，要求洒水造湿的地点应在湿渍附近，且洒水涂抹形成湿渍的潮湿程度与渗入湿渍接近。



(b) 洒水造湿的检测方法

图名

防水设计原则及等级标准

图号

FS1-1

1.2 防水设计与结构施工形式的关系

结构是防水的根本，而有时局部的防水又可能是整个结构工程成败的关键。防水设计应根据不同工程结构与施工的特点，来选择合适的防水材料及施工工艺。

根据结构施工工法，城市轨道交通地下车站主要分为明挖法车站、矿山法车站；地下区间主要分为明挖法区间、矿山法区间及盾构法区间。

1. 明挖法是指地下结构工程施工时，从地面向下分层、分段依次开挖，直至达到结构要求的尺寸，然后在基坑中进行主体结构施工和防水作业，最后回填恢复地面的施工工法。其具有施工简单、快捷、经济、安全等优点，但对周边环境影响较大。明挖法地铁车站及区间通常设有围护结构，防止基坑开挖后边坡坍塌，影响周边环境。根据围护结构与内衬结构之间的关系，明挖法结构可分为：

(1) 复合式衬砌结构，即：围护结构与内衬密贴，并作为内衬的外模。此类构造形式采用“外防内贴”的方式施做侧墙防水层。即：将结构外防水层贴覆于围护结构内侧，待浇筑结构混凝土后自然与结构结合的防水层施作方法。

(2) 叠合式衬砌结构，即：围护结构与内衬密贴且采用接驳器等相连，形成“两墙合一”的整体受力结构。此类构造形式侧墙不设柔性外防水层。

(3) 分离式衬砌结构及放坡开挖结构，即：围护结构与内衬分离或无围护结构，此类构造形式对外防水层基本无影响，既可“外防内贴”施工，也可“外防外贴（涂）”施工，即：内衬结构施工完成后，在结构外侧施做外防水层。

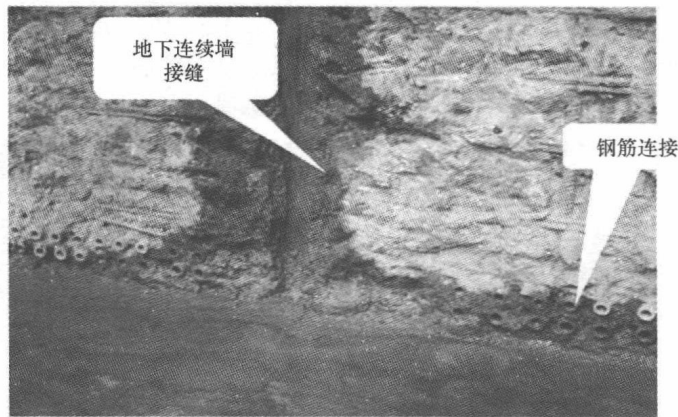
(4) 单层衬砌结构，即：围护结构同时充当结构侧墙，此类构造形式无法设置侧墙柔性防水层，其渗漏情况完全取决于地下墙施工质量，由于地下墙的混凝土完全为水下浇筑，且施工期间成槽质量存在大量的不确定因素，因此施工质量十分难控制。目前国内已基本不再采用单层衬砌结构形式。

明挖法轨道交通车站与区间防水设计的内容应包括：混凝土结构自防水、外包防水层设计、接缝防水设计、其他细部节点防水设计等。

复合式衬砌明挖结构如图（a）所示；叠合式衬砌明挖结构如图（b）所示；放坡开挖明挖结构如图（c）所示；单层衬砌明挖结构如图（d）所示。

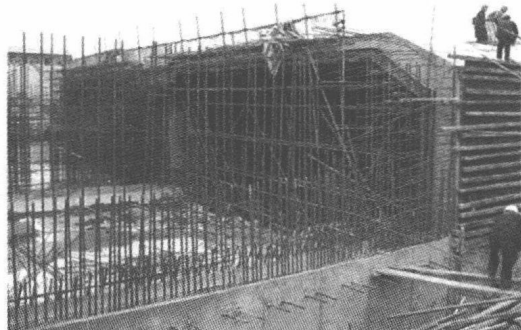


(a) 复合式衬砌明挖结构

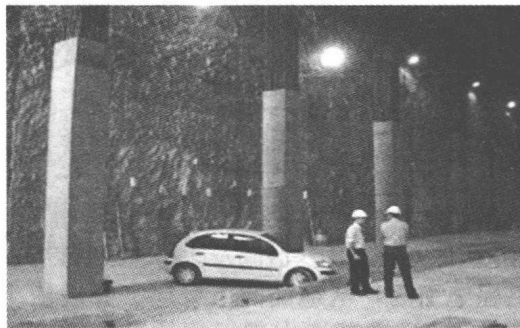


(b) 叠合式衬砌明挖结构

图名	防水设计与结构施工形式的关系（一）	图号	FS1-2（一）
----	-------------------	----	----------



(c) 放坡开挖明挖结构



(d) 单层衬砌明挖结构

2. 矿山法是一种较传统的施工方法，即在围岩预支护条件下，进行全断面或者分步开挖土体，根据不同地质情况采用锚喷或钢拱架加喷射混凝土结构作为洞室的初期支护，然后再采用模板台车施做二次衬砌，两者共同承受永久荷载。该工法工艺简单、灵活，无需大型设备，在变截面地段尤为适宜，施工时对道路交通及地下管线基本无干扰。该工法适用范围较广，尤其是区间隧道大都穿越市中心，沿线街道狭窄，建筑物密集，交通繁忙，地下管线密布，当明挖法施工对市民生活、城市环境影响大，此时可采用矿山法施工地下车站或区间隧道。该工法在国内地铁建设中得到较好应用，它适应了城市地下工程周围环境复杂、地质条件较差、埋深浅、地面沉降控制严格及结构防水要求高等特点。

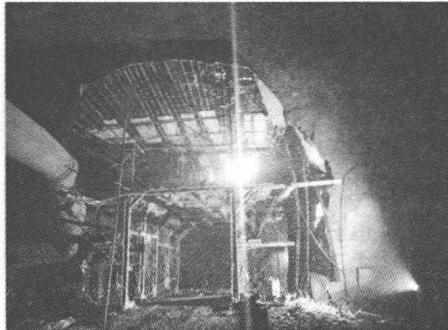
矿山法车站及区间通常在初期支护和二次衬砌之间采用“外防内贴”的方式设置全包或局部外包柔性防水层，该防水层既起到防水功效，又起到内外衬之间的隔离功效。在受到实际工况限制、无法施作夹层防水层的特殊情况下，也可以在二衬混凝土背水面施作刚性防水层。

矿山法轨道交通车站与区间防水设计的内容包括混凝土结构自防水及耐久性设计、夹层防水层设计、接缝防水设计以及根据不同水压工况所需的排水设计等。

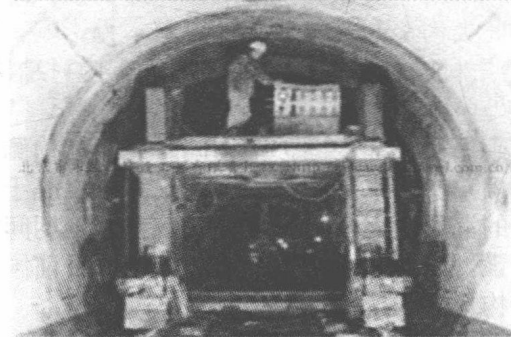
矿山法结构模板台车施工二衬现场照片见图 (a)；地铁矿山法车站现场照片见图 (b)；地铁矿山法区间现场照片见图 (c)。



(a) 矿山法结构模板台车施工二衬现场照片



(b) 地铁矿山法车站现场照片



(c) 地铁矿山法区间现场照片

图名

防水设计与结构施工形式的关系 (二)

图号

FS1-2 (二)

3. 盾构法是指采用盾构掘进机全断面开挖，由高精度钢模制成的高精度管片拼装而成作为衬砌支护的隧道。该工法适用于各种复杂的工程地质和水文地质条件，施工中对道路交通及地下管线基本无干扰，盾构的推进、出土、拼装衬砌等全过程可实现自动化作业，施工劳动强度低。盾构法轨道交通区间防水设计的内容包括混凝土管片自防水设计、衬砌接缝防水设计、嵌缝及手孔封堵设计、出洞装置及后浇混凝土洞圈防水设计等。

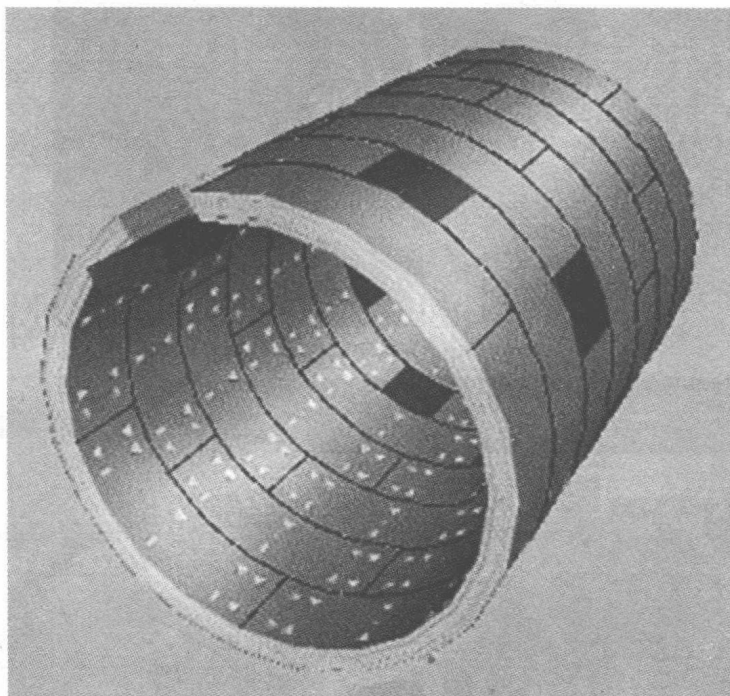
盾构法隧道本体不设置柔性防水层，纯粹靠管片混凝土自防水，

但当隧道位于中等以上腐蚀的地层中时，宜在管片迎水面设置刚性防水层。

盾构法隧道按管片拼装形式，可分为通缝和错缝两种。从设计角度看，错缝拼装（见图 a）能使衬砌圆环接缝刚度分布趋于均匀，减少结构变形，可取得较好的空间刚度，采用通缝拼装，见图（b），其变形相对较大，环向螺栓受力大。从施工角度看，错缝拼装对管片制作精度及施工中管片拼装要求较高，相对来说通缝拼装施工难度小。



(a) 通缝拼装的盾构隧道



(b) 错缝拼装的盾构隧道

图名

防水设计与结构施工形式的关系（三）

图号

FS1-2（三）

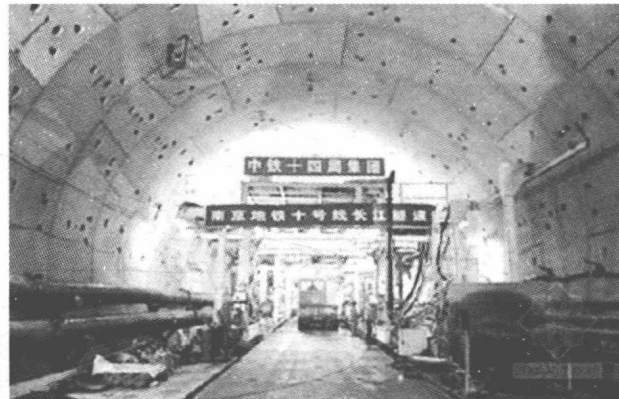
国内地铁盾构区间大部分采用单洞单线外径 6200mm 或 6600mm 的小断面构造形式；对于一些城市中心区段，上海等地曾采用过双圆盾构隧道，其横断面为两个搭接的圆环，一次性可掘进两条隧道，从而提高了施工速度，减小了隧道对沿线地面建筑物的影响；上述两种断面形式受车站等线路影响，其埋深一般不会超过 35m。随着城市的不断扩展，地铁线路不断延伸，一些过江盾构区间也开始出现单洞双

线的大直径超深埋地铁盾构隧道。防水设计时应根据不同的衬隧道断面形式、结构埋深、环境要求、地质条件等因素，采取相应的防水措施。

单洞单线外径 6200mm 盾构区间见图 (a)；南京地铁大直径超深埋过长江盾构区间（单洞双线）见图 (b)；上海地铁双圆盾构区间见图 (c)；双圆盾构区间海鸥块见图 (d)。



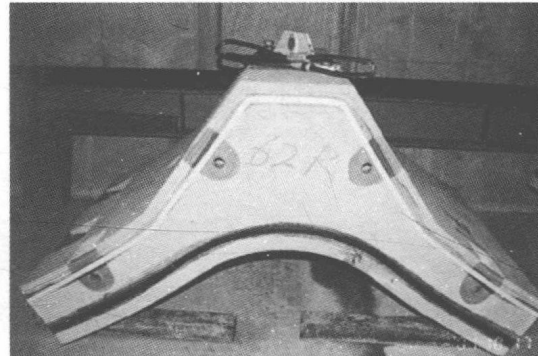
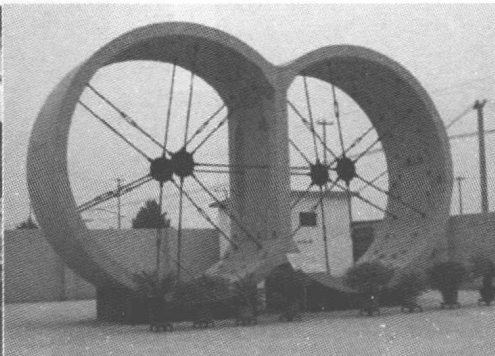
(a) 单洞单线外径6200mm盾构区间



(b) 南京地铁大直径超深埋过长江盾构区间(单洞双线)



(c) 上海地铁双圆盾构区间



(d) 双圆盾构区间海鸥块

图名	防水设计与结构施工形式的关系（四）	图号	FS1-2（四）
----	-------------------	----	----------

2 城市轨道交通明挖法结构防水设计与施工