

◆ 城市建设标准专题汇编系列

建筑施工与质量验收 标准汇编

本社 编

中国建筑工业出版社

城市建设标准专题汇编系列

建筑施工与质量验收标准汇编

本社 编

中国建筑工程工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑施工与质量验收标准汇编/中国建筑工业出版社
编. —北京: 中国建筑工业出版社, 2016.12

(城市建设标准专题汇编系列)

ISBN 978-7-112-19817-7

I. ①建… II. ①中… III. ①建筑施工-标准-汇编-中国
②建筑施工-工程验收-标准-汇编-中国 IV. ①TU7-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 216973 号

责任编辑: 孙玉珍 何玮珂 丁洪良

城市建设标准专题汇编系列
建筑施工与质量验收标准汇编

本社 编

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

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 134 插页: 1 字数: 4933 千字

2016 年 11 月第一版 2016 年 11 月第一次印刷

定价: 298.00 元

ISBN 978-7-112-19817-7
(29360)

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)

出版说明

工程建设标准是建设领域实行科学管理，强化政府宏观调控的基础和手段。它对规范建设市场各方主体行为，确保建设工程质量和安全，促进建设工程技术进步，提高经济效益和社会效益具有重要的作用。

时隔 37 年，党中央于 2015 年底召开了“中央城市工作会议”。会议明确了新时期做好城市工作的指导思想、总体思路、重点任务，提出了做好城市工作的具体部署，为今后一段时期的城市工作指明了方向、绘制了蓝图、提供了依据。为深入贯彻中央城市工作会议精神，做好城市建设工作，我们根据中央城市工作会议的精神和住房城乡建设部近年来的重点工作，推出了《城市建设标准专题汇编系列》，为广大管理和工程技术人员提供技术支持。《城市建设标准专题汇编系列》共 13 分册，分别为：

1. 《城市地下综合管廊标准汇编》
2. 《海绵城市标准汇编》
3. 《智慧城市标准汇编》
4. 《装配式建筑标准汇编》
5. 《城市垃圾标准汇编》
6. 《养老及无障碍标准汇编》
7. 《绿色建筑标准汇编》
8. 《建筑节能标准汇编》
9. 《高性能混凝土标准汇编》
10. 《建筑结构检测维修加固标准汇编》
11. 《建筑施工与质量验收标准汇编》
12. 《建筑施工现场管理标准汇编》
13. 《建筑施工安全标准汇编》

本次汇编根据“科学合理，内容准确，突出专题”的原则，参考住房和城乡建设部发布的“工程建设标准体系”，对工程建设中影响面大、使用面广的标准规范进行筛选整合，汇编成上述《城市建设标准专题汇编系列》。各分册中的标准规范均以“条文+说明”的形式提供，便于读者对照查阅。

需要指出的是，标准规范处于一个不断更新的动态过程，为使广大读者放心地使用以上规范汇编本，我们将在中国建筑工业出版社网站上及时提供标准规范的制订、修订等信息。详情请点击 www.cabp.com.cn 的“规范大园地”。我们诚恳地希望广大读者对标准规范的出版发行提供宝贵意见，以便于改进我们的工作。

目 录

《人民防空工程施工及验收规范》GB 50134—2004	1—1
《给水排水构筑物工程施工及验收规范》GB 50141—2008	2—1
《土方与爆破工程施工及验收规范》GB 50201—2012	3—1
《建筑地基基础工程施工质量验收规范》GB 50202—2002	4—1
《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203—2011	5—1
《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204—2015	6—1
《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205—2001	7—1
《木结构工程施工质量验收规范》GB 50206—2012	8—1
《屋面工程质量验收规范》GB 50207—2012	9—1
《地下防水工程质量验收规范》GB 50208—2011	10—1
《建筑地面工程施工质量验收规范》GB 50209—2010	11—1
《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210—2001	12—1
《建筑防腐蚀工程施工规范》GB 50212—2014	13—1
《建筑防腐蚀工程施工质量验收规范》GB 50224—2010	14—1
《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242—2002	15—1
《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243—2002	16—1
《地下铁道工程施工及验收规范（2003 年版）》GB 50299—1999	17—1
《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300—2013	18—1
《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303—2015	19—1
《电梯工程施工质量验收规范》GB 50310—2002	20—1
《住宅装饰装修工程施工规范》GB 50327—2001	21—1
《智能建筑工程质量验收规范》GB 50339—2013	22—1
《建筑内部装修防火施工及验收规范》GB 50354—2005	23—1
《建筑工程施工质量评价标准》GB/T 50375—2006	24—1
《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411—2007	25—1
《盾构法隧道施工与验收规范》GB 50446—2008	26—1
《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550—2010	27—1
《铝合金结构工程施工质量验收规范》GB 50576—2010	28—1
《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》GB 50601—2010	29—1
《智能建筑工程施工规范》GB 50606—2010	30—1
《钢管混凝土工程施工质量验收规范》GB 50628—2010	31—1
《无障碍设施施工验收及维护规范》GB 50642—2011	32—1
《混凝土结构工程施工规范》GB 50666—2011	33—1
《通风与空调工程施工规范》GB 50738—2011	34—1
《钢结构工程施工规范》GB 50755—2012	35—1

《木结构工程施工规范》GB/T 50772—2012 36—1

《建筑地基基础工程施工规范》GB 51004—2015 37—1

《钢—混凝土组合结构施工规范》GB 50901—2013 38—1

《建筑工程绿色施工规范》GB/T 50905—2014 39—1

《砌体结构工程施工规范》GB 50924—2014 40—1

《建筑涂饰工程施工及验收规程》JGJ/T 29—2015 41—1

《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104—2011 42—1

《外墙饰面砖工程施工及验收规程》JGJ 126—2015 43—1

《古建筑修建工程施工与质量验收规范》JGJ 159—2008 44—1

《住宅室内装饰装修工程质量验收规范》JGJ/T 304—2013 45—1

中华人民共和国国家标准

人民防空工程施工及验收规范

Code for construction and acceptance of civil
air defence works

GB 50134 — 2004

主编部门：国家人民防空办公室

批准部门：中华人民共和国建设部

施行日期：2004年8月1日

中华人民共和国建设部 公 告

第 245 号

建设部关于发布国家标准 《人民防空工程施工及验收规范》的公告

现批准《人民防空工程施工及验收规范》为国家标准,编号为GB 50134—2004,自 2004 年 8 月 1 日起实施。其中,第 3.1.2、3.1.5、3.3.2、3.3.3、3.3.4、3.3.5、3.3.6、3.3.10、3.3.11、3.3.12、3.5.1、6.2.1、6.2.2、6.2.5、6.2.6、6.3.1、6.3.2、6.3.3、6.3.4、6.3.6、6.3.7、6.3.8、6.3.9、6.3.10、6.4.1、6.4.2、6.4.5、6.4.10、6.4.11、6.4.12、6.3.13、6.4.14、6.4.16、6.5.1、6.5.2、9.1.1、9.1.3、9.2.1、9.3.1、9.3.2、9.3.3、9.4.1、9.4.3、9.6.1、9.6.2、9.6.3、9.6.4、10.1.1、10.1.2、10.1.3、10.1.4、10.1.5、10.1.6、10.1.7、10.1.8、10.1.9、10.2.1、10.2.2、10.2.3、10.2.4、10.2.5、

10.2.6、10.3.3、10.3.4、10.3.5、10.4.1、10.4.2、10.5.3、10.5.4、11.1.1、11.1.2、11.1.3、11.2.1、11.2.4、11.2.5、11.2.6、11.2.7、11.2.8、11.3.1、11.3.3、11.3.4、11.3.5、11.3.6、11.4.8、11.5.5、11.5.6、11.5.7、11.5.9、11.5.10、11.6.1、11.6.2、11.6.3、11.6.4 条为强制性条文,必须严格执行。原《人防工程施工及验收规范》GBJ 134—90 同时废止。

本规范由建设部标准定额研究所组织中国计划出版社出版发行。

中华人民共和国建设部
二〇〇四年六月十八日

前 言

根据国家人民防空办公室〔2001〕国人防办字第 51 号文件要求,对《人防工程施工及验收规范》GBJ 134—90 进行修订。

本规范共分十一章,其主要内容有:总则,术语,坑道、地道掘进,不良地质地段施工,逆作法施工,钢筋混凝土施工,顶管施工,盾构施工,孔口防护设施的制作及安装,管道与附件安装,设备安装等。

本规范修订的主要内容有:

增加了术语一章。

增加了逆作法施工一章。

增加了坑道、地道掘进施工中喷锚支护规定。

增加了钢筋制作、泵送混凝土和大体积混凝土施工规定。

调整、补充了防爆波活门、胶管活门、防爆超压排气活门、自动排气活门安装和防护功能平战转换施工要求。

补充了通风机、除湿机、消声设备、变压器安装内容。

将设备安装、设备安装工程的防腐、消声、防火和设备安装工程的验收合并为一章。

删除了部分技术比较落后、与相关标准重复或不

协调的内容。

本规范以黑体字标识的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由建设部负责管理和对强制性条文的解释,辽宁省人防建筑设计研究院负责具体技术内容的解释。

本规范在执行过程中,如发现需要修改和补充之处,请将意见和有关资料寄辽宁省人防建筑设计研究院(沈阳市北陵大街 45—4 号,邮政编码 110032),以便今后修订时参考。

本标准的主编单位、参编单位和主要起草人:

主 编 单 位: 辽宁省人防建筑设计研究院

参 编 单 位: 上海市地下建筑设计院

上海市人防工程管理中心

解放军理工大学工程兵工程学院

南京市人民防空办公室

主要起草人: 周成玉 王德佳 陈楚平 徐炜林

胡炳洪 李丽娟 黄志强 唐 蓉

沈瑞和 王述俊 王永泉 孙正林

高瑞清 孔大力 徐立成

目次

1 总则	1—4	8.2 施工准备	1—12
2 术语	1—4	8.3 盾构掘进	1—12
3 坑道、地道掘进	1—4	8.4 管片拼装及防水处理	1—13
3.1 一般规定	1—4	8.5 压浆施工	1—13
3.2 施工测量	1—4	8.6 工程验收	1—13
3.3 工程掘进	1—5	9 孔口防护设施的制作及	
3.4 临时支护	1—5	安装	1—13
3.5 工程验收	1—6	9.1 防护门、防护密闭门、密闭门门框	
4 不良地质地段施工	1—6	墙的制作	1—13
4.1 一般规定	1—6	9.2 防护门、防护密闭门、密闭门的	
4.2 超前锚杆支护	1—6	安装	1—13
4.3 小导管注浆支护	1—7	9.3 防爆波活门、防爆超压排气活门的	
4.4 管棚支护	1—7	安装	1—13
5 逆作法施工	1—7	9.4 防护功能平战转换施工	1—13
5.1 一般规定	1—7	9.5 防护设施的包装、运输和堆放	1—14
5.2 钻孔	1—7	9.6 工程验收	1—14
5.3 灌注混凝土	1—7	10 管道与附件安装	1—14
5.4 土模	1—8	10.1 密闭穿墙短管的制作及安装	1—14
5.5 土方暗挖	1—8	10.2 通风管道与附件的制作	
5.6 下接柱	1—8	及安装	1—14
5.7 刹肩	1—8	10.3 给水排水管道、供油管道与附件的	
5.8 砂构造层	1—8	安装	1—15
6 钢筋混凝土施工	1—8	10.4 电缆、电线穿管的安装	1—15
6.1 一般规定	1—8	10.5 排烟管与附件的安装	1—15
6.2 模板安装	1—8	10.6 管道防腐涂漆	1—15
6.3 钢筋制作	1—9	11 设备安装	1—15
6.4 混凝土浇筑	1—9	11.1 设备基础	1—15
6.5 工程验收	1—11	11.2 通风设备安装	1—15
7 顶管施工	1—11	11.3 给水排水设备安装	1—16
7.1 一般规定	1—11	11.4 电气设备安装	1—16
7.2 施工准备	1—11	11.5 设备安装工程的	
7.3 顶管顶进	1—11	消声与防火	1—17
7.4 顶进测量与纠偏	1—12	11.6 设备安装工程的验收	1—17
7.5 工程验收	1—12	本规范用词说明	1—18
8 盾构施工	1—12	附：条文说明	1—19
8.1 一般规定	1—12		

1 总 则

- 1.0.1 为了提高人民防空工程(以下简称人防工程)的施工水平,降低工程造价,保证工程质量,制定本规范。
- 1.0.2 本规范适用于新建、扩建和改建的各类人防工程的施工及验收。
- 1.0.3 人防工程施工前,应具备下列文件:
- 1 工程地质勘察报告;
 - 2 经过批准的施工图设计文件;
 - 3 施工区域内原有地下管线、地下构筑物的图纸资料;
 - 4 经过批准的施工组织设计或施工方案;
 - 5 必要的试验资料。
- 1.0.4 工程施工应符合设计要求。所使用的材料、构件和设备,应具有出厂合格证并符合产品质量标准;当无合格证时,应进行检验,符合质量要求方可使用。
- 1.0.5 当工程施工影响邻近建筑物、构筑物或管线等的使用和安全时,应采取有效措施进行处理。
- 1.0.6 工程施工中应对隐蔽工程作记录,并应进行中间或分项检验,合格后方可进行下一工序的施工。
- 1.0.7 设备安装工程应与土建工程紧密配合,土建主体工程结束并检验合格后,方可进行设备安装。
- 1.0.8 工程施工质量验收时,应提供下列文件和记录:
- 1 图纸会审、设计变更、洽商记录;
 - 2 原材料质量合格证书及检(试)验报告;
 - 3 工程施工记录;
 - 4 隐蔽工程验收记录;
 - 5 混凝土试件及管道、设备系统试验报告;
 - 6 分项、分部工程质量验收记录;
 - 7 竣工图以及其他有关文件和记录。
- 1.0.9 人防工程施工及验收,除应遵守本规范外,尚应符合国家现行有关标准规范的规定。
- 1.0.10 人防工程施工时的安全技术、环境保护、防火措施等,必须符合有关的专门规定。

2 术 语

- 2.0.1 人民防空工程 civil air defence works
- 为保障人民防空指挥、通信、掩蔽等需要而建造的防护建筑。人民防空工程分为单建掘开式工程、坑道工程、地道工程和防空地下室。
- 2.0.2 单建掘开式工程 cut-and-cover works
- 单独建设的采用明挖法施工,且大部分结构处于原地表以下的工程。
- 2.0.3 坑道工程 undermined works with low exit
- 大部分主体地坪高于最低出入口地面的暗挖工程。
- 2.0.4 地道工程 undermined works without low exit
- 大部分主体地坪低于最低出入口地面的暗挖工程。
- 2.0.5 防空地下室 civil air defence basement
- 为保障人民防空指挥、通信、掩蔽等需要,具有预定防护功能

的地下室。

2.0.6 明挖 open-cut

地下工程地基上方全部岩、土层被扰动的开挖。采用明挖的地下工程施工方法称明挖法。

2.0.7 暗挖 undermine

不扰动地下工程上部岩土层的开挖。采用暗挖的地下工程施工方法称暗挖法。

2.0.8 防护门 blast door

能阻挡冲击波但不能阻挡毒剂通过的门。

2.0.9 防护密闭门 blast airtight door

既能阻挡冲击波又能阻挡毒剂通过的门。

2.0.10 密闭门 airtight door

能阻挡毒剂通过但不能阻挡冲击波通过的门。

2.0.11 门框墙 door-frame wall

在门孔四周保障门扇就位并承受门扇传来的荷载的墙。

2.0.12 防爆活门 blast valve

简称活门。装于通风口或排烟口处,在冲击波到来时能迅速自动关闭的防冲击波设备。

2.0.13 密闭阀门 airtight valve

保障通风系统密闭的阀门。包括手动式和手、电动两用式密闭阀门。

2.0.14 自动排气活门 automatic exhaust valve

靠阀门两侧空气压差作用自动启闭的具有抗冲击波余压功能的排风活门。能直接抗冲击波的称防爆超压排气活门。

2.0.15 防爆防毒化粪池 blastproof and gasproof septictank

能阻止冲击波和毒剂等由排水管道进入工程内部的化粪池。

2.0.16 水封井 trapped well

用静止水柱阻止毒剂进入工程内部的设施。

2.0.17 防护密闭隔墙 protective airtight partition wall

既能抗御核爆冲击波和炸弹气浪作用,又能阻止毒剂通过的隔墙。

2.0.18 密闭隔墙 airtight partition wall

主要用于阻止毒剂通过的隔墙。

2.0.19 防冲击波闸门 defence shock wave gate

防止冲击波由管道进入工程内部的闸门。

3 坑道、地道掘进

3.1 一般规定

- 3.1.1 本章适用于岩体中坑道、地道的掘进施工及验收。
- 3.1.2 穿越建筑物、构筑物、街道、铁路等的坑道、地道掘进时,应采取连续作业和可靠的安全措施。
- 3.1.3 坑道、地道的轴线方向、高程、纵坡和口部位置均应符合设计要求。
- 3.1.4 通过松软破碎地带的大断面坑道、地道,宜采用导洞超前掘进的施工方法。导洞超前长度应根据地质情况、导洞的布置和通风条件等因素经综合技术经济比较后确定。
- 3.1.5 坑道、地道掘进时,应采取湿式钻孔、洒水装碴和加强通风等综合防尘措施。

3.2 施工测量

- 3.2.1 施工中应对轴线方向、高程和距离进行复测。复测应符合下列规定:
- 1 复测轴线方向,每个测点应进行两个以上测回;

2 复测高程时,水准测量的前后视距宜相等,水准尺的读数应精确到毫米;

3 复测两标准桩之间轴线长度时,应采用钢尺测量,其偏差不应超过 0.2‰。

3.2.2 口部测量应符合下列规定:

1 应根据口部中心桩测设底部起挖桩和上部起挖桩;在明显和便于保护的地点设置水准点,并应设高程标志;

2 在距底部起挖桩和上部起挖桩 3m 以外,宜各设一对控制中心桩;

3 在洞口掘进 5m 以后,宜在洞口底部埋设标桩。

3.2.3 坑道、地道掘进必须标设中线和腰线,并应符合下列规定:

1 宜采用经纬仪标设坑道、地道的方向。当采用经纬仪标设方向时,宜每隔 30m 设一组中线,每组不少于 3 条,其间距不小于 2m;

2 宜采用水准仪标设坑道、地道的坡度。当采用水准仪标设坡度时,宜每隔 20m 设 3 对腰线点,其间距不小于 2m;

3 坑道、地道掘进时,应每隔 100m 对中线 and 腰线进行一次校核。

3.3 工程掘进

3.3.1 坑道、地道掘进应采用光面爆破。光面爆破的爆破参数,可按下列规定采用:

1 炮孔深度为 1.8~3.5m;

2 周边炮孔间距为 350~600mm;

3 周边炮孔密集系数为 0.5~1.0;

4 周边炮孔药卷直径为 20~25mm;

5 当采用 2 号岩石硝铵炸药时,周边炮孔单位长度装药量:软岩为 70~120g/m,中硬岩为 200~300g/m;硬岩为 300~350g/m。

3.3.2 当掘进对穿、斜交、正交坑道、地道时,必须有准确的实测图。当两个作业面相距小于或等于 15m 时,应停止一面作业。

3.3.3 钻孔作业应符合下列规定:

1 钻孔前应将作业面清出实底;

2 必须采用湿式钻孔法钻孔,其水压不得小于 0.3MPa,风压不得小于 0.5MPa;

3 严禁沿残留炮孔钻进。

3.3.4 严禁采用不符合产品标准的爆破器材;在有地下水的地段,所用爆破器材应符合防水要求。

3.3.5 坑道、地道掘进宜采用火花起爆或电力起爆。当采用火花起爆时,每卷导火索在使用前均应将两端各切去 50mm,并从一端取 1m 作燃速试验;导火索的长度应根据点火人员在点燃全部导火索后能隐蔽到安全地点所需的时间确定,但不得小于 1.2m。当采用电力起爆时,电雷管使用前,应进行导电性能检验,输出电流不应大于 50mA;在同一爆破网路内,当电阻小于 1.2Ω 时,雷管的电阻差不应大于 0.2Ω;当电阻为 1.2~2Ω 时,电阻差不应大于 0.3Ω;电爆母线和连接线必须采用绝缘导线。

3.3.6 当施工现场的杂散电流值大于 30mA 时,不应采用电力起爆。当受条件限制需采用电力起爆时,应采取下列防杂散电流的措施:

1 检查电气设备的接地质量;

2 爆破导线不得有破损和裸露接头;

3 应采用紫铜桥丝低电阻雷管或无桥丝电雷管,并应采用高能发爆器引爆。

3.3.7 运输轨道的铺设,应符合下列规定:

1 钢轨型号:人力推斗车不宜小于 8kg/m,机车牵引不应小于 15kg/m;

2 线路坡度:人力推斗车不宜超过 15‰,机车牵引不宜超过 25‰,洞外卸直线终端应设有 5‰~10‰的上坡段;

3 轨道的宽度允许偏差应为 +6mm、-4mm,轨顶标高偏差

应小于 2mm,轨道接头处轨顶水平偏差应小于 3mm;

4 曲线段轨距加宽值及外轨超高值应符合表 3.3.7 的规定;

5 采用机车牵引时,曲线段两钢轨之间应加拉杆。

表 3.3.7 曲线段轨距加宽值及外轨超高值

曲线半径 (m)	轨距加宽值(mm)		外轨超高值(mm)	
	轨距		轨距	
	600	750	600	750
6	15	15	30	35
8	10	10	25	30
10	10	10	20	25
12	10	10	15	20
14	10	10	10	15
15	5	10	10	15

3.3.8 坑道内采用汽车运输时,车行道的坡度不宜大于 12‰;单车道净宽不得小于车宽加 2m;双车道净宽不得小于 2 倍车宽加 2.5m。

3.3.9 车辆运行速度和前后车距离,应符合下列规定:

1 机车牵引列车,在洞内车速应小于 2.5m/s;在洞外车速应小于 3.5m/s;前后列车距离应大于 60m;

2 人力推斗车车速应小于 1.7m/s,前后车距离应大于 20m;

3 人力手推车车速应小于 1m/s,前后车距离应大于 7m;

4 自卸汽车在洞内行车速度应小于 10km/h。

3.3.10 斗车和手推车均应设有可靠的刹车装置,严禁溜放跑车。

3.3.11 掘进工作面需要风量的计算,应符合下列规定:

1 放炮后 15min 内能把工作面的炮烟排出;

2 按掘进工作面同时工作的最多人数计算,每人每分钟的新鲜空气量不应少于 4m³;

3 风流速度不得小于 0.15m/s;

4 当采用混合式通风时,压入式扇风机必须在炮烟全部排出后方可停止运转。

3.3.12 掘进工作面的通风,应符合下列规定:

1 当采用混合式通风时,压入式扇风机的出风口与抽出式扇风机的入风口的距离不得小于 15m;

2 当采用风筒接力通风时,扇风机间的距离,应根据扇风机特性曲线和风筒阻力确定;接力通风的风筒直径不得小于 400mm;每节风筒直径应一致,在扇风机吸入口一端应设置长度不小于 10m 的硬质风筒;

3 压入式扇风机和启动装置,必须安装在进风通道中,与回风口的距离不得小于 10m;

4 扇风机与工作面的电气设备,应采用风、电闭锁装置。

3.4 临时支护

3.4.1 喷射混凝土支护,应符合下列规定:

1 喷射混凝土的原材料:

1)应选用普通硅酸盐水泥,其标号不得低于 32.5 级;受潮或过期结块的水泥严禁使用;

2)应采用坚硬干净的中砂或粗砂,细度模数应大于 2.5,含水率不宜大于 7%;

3)应采用坚硬的卵石或碎石,其粒径不宜大于 15mm;

4)不得使用含有酸、碱或油的水。

2 混合料的配比应准确。称量的允许偏差:水泥和速凝剂应为 ±2%,砂、石应为 ±3%。

3 混合料应采用机械搅拌。强制式搅拌机的搅拌时间不宜少于 1min,自落式搅拌机的搅拌时间不宜少于 2min。

4 混合料应随拌随用,不掺速凝剂时存放时间不应超过 2h,掺速凝剂时存放时间不应超过 20min。

5 喷射前应清洗岩面。喷射作业中应严格控制水灰比;喷砂浆应为 0.45~0.55,喷混凝土应为 0.4~0.45。混凝土的表面应平整、湿润光泽,无干斑或流淌现象。终凝 2h 后应喷水养护。

6 速凝剂的掺量应通过试验确定。混凝土的初凝时间不应超过 5min,终凝时间不应超过 10min。

7 当混凝土采取分层喷射时,第一层喷射厚度:墙 50~100mm,拱 30~60mm;下一层的喷射应在前一层混凝土终凝后进行,当间隔时间超过 2h,应先喷水湿润混凝土表面。

8 喷射混凝土的回弹率,墙不应大于 15%,拱不应大于 25%。

3.4.2 锚杆支护应符合下列规定:

- 1 锚杆的孔深和孔径应与锚杆类型、长度、直径相匹配;
- 2 孔内的积水及岩粉应吹洗干净;
- 3 锚杆的杆体使用前应平直、除锈、除油;
- 4 锚杆尾端的托板应紧贴壁面,未接触部位必须楔紧,锚杆体露出岩面的长度不应大于喷射混凝土的厚度;

5 锚杆必须做抗拔力试验,其检验评定方法应符合国家现行标准《锚杆喷射混凝土支护技术规范》的规定。

3.4.3 钢筋网喷射混凝土支护应符合下列规定:

- 1 钢筋使用前应清除污锈;
- 2 钢筋网与岩面的间隙不应小于 30mm,钢筋保护层厚度不应小于 25mm;
- 3 钢筋网应与锚杆或其他锚定装置联结牢固;
- 4 当采用双层钢筋网时,第二层钢筋网应在第一层钢筋网被混凝土覆盖后铺设。

3.4.4 钢纤维喷射混凝土支护应符合下列规定:

- 1 钢纤维的长度宜一致,并不得含有其他杂物;
- 2 钢纤维不得有明显的锈蚀和油渍;
- 3 混凝土粗骨料的粒径不宜大于 10mm;
- 4 钢纤维掺量应为混合料重量的 3%~6%;应搅拌均匀,不得成团。

3.5 工程验收

3.5.1 坑道、地道掘进允许偏差应符合表 3.5.1 的规定。

表 3.5.1 坑道、地道掘进允许偏差

项 目	允许偏差(mm)
口部水平位置偏移	100
口部标高	±100
毛洞坡度	±10%
毛洞宽度 (从中线至任何一侧)	+100 -20
毛洞高度 (从腰线分至底部、顶部)	+100 -30
预留孔中心线位置偏移	20
预留洞中心线位置偏移	50

3.5.2 毛洞局部超挖不得大于 150mm,且其累计面积不得大于毛洞总面积的 15%。

3.5.3 毛洞中心线局部偏移不得超过 200mm,且其累计长度不得大于毛洞全长的 15%。

3.5.4 毛洞坡度局部偏差不得超过 20%,且其累计长度不得大于毛洞全长的 20%。

4 不良地质地段施工

4.1 一般规定

4.1.1 当坑道、地道掘进后围岩自稳时间不能满足支护要求时,宜采用先加固后掘进的方法。

4.1.2 工程通过不良地质地段,应符合下列规定:

- 1 宜采用风镐等机械挖掘;
- 2 当采用爆破掘进时,应打浅眼、放小炮,并应控制掘进进尺和炮孔装药量;
- 3 应采用新奥法,边掘进,边量测,边衬砌;
- 4 当不采用全断面掘进时,掘进后应立即进行临时支护,并应根据支护状况和量测结果,再进行全断面掘进和永久衬砌;
- 5 当工程上方有建筑物、构筑物时,在掘进过程中应测量围岩的位移、地面的沉降量和锚杆、喷层等的受力状况。

4.2 超前锚杆支护

4.2.1 在未扰动而破碎的岩层、结构面裂隙发育的块状岩层或松散渗水的岩层中掘进坑道、地道,宜采用超前锚杆支护。

4.2.2 超前锚杆宜采用有钢支撑的超前锚杆或悬吊式超前锚杆。锚杆的尾部支撑必须坚固(见图 4.2.2-1、图 4.2.2-2)。

4.2.3 锚杆与毛洞轴线的夹角应根据地质条件确定,并应符合下列规定:

- 1 在未扰动而破碎的岩层中,宜采用全长固结砂浆锚杆,其与毛洞轴线夹角宜为 12°~20°;
- 2 在结构面裂隙发育的块状岩层中,宜采用全长固结砂浆锚杆,其与毛洞轴线夹角宜为 35°~50°;
- 3 在松散渗水的岩层中,宜采用素锚杆,其与毛洞轴线夹角宜为 6°~15°。

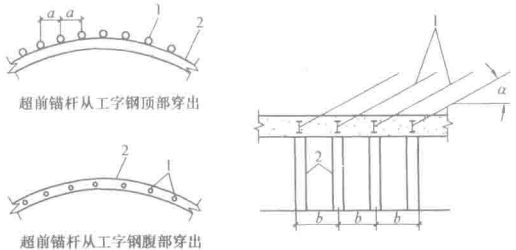


图 4.2.2-1 有钢支撑的超前锚杆
1—锚杆;2—钢支撑
a—锚杆间距;b—钢支撑间距;α—锚杆倾角

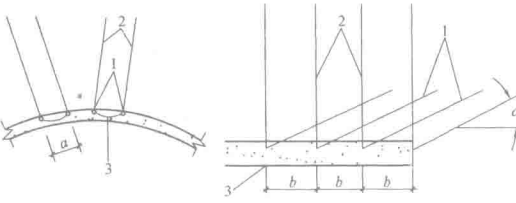


图 4.2.2-2 悬吊式超前锚杆
1—超前锚杆;2—径向锚杆;3—横向连接短筋
a—超前锚杆间距;b—爆破进尺;α—锚杆倾角

4.2.4 锚杆的长度可按下式确定(图 4.2.4):

$$L=a+b+c \quad (4.2.4)$$

式中 L——锚杆长度(mm);
a——锚杆尾部长度,宜为 200mm;
b——开挖进尺(mm);
c——在围岩中的锚杆前端长度,不宜小于 700mm。

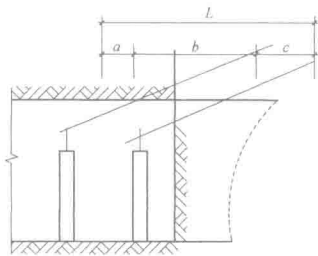


图 4.2.4 超前锚杆长度

4.2.5 锚杆间距应根据围岩状况确定。当采用单层锚杆时，宜为 200~400mm；当采用双层或多层锚杆时，宜为 400~600mm。

4.2.6 上、下层锚杆应错开布置，且层间距不宜大于 2m。

4.2.7 锚杆宜采用热轧 HRB335 级钢筋或热轧钢管。钢筋直径宜为 18~22mm，钢管直径宜为 32~38mm。

4.3 小导管注浆支护

4.3.1 当在松散破碎、浆液易扩散的岩层中掘进坑道、地道时，宜采用小导管注浆支护。

4.3.2 小导管宜采用直径为 32~38mm、长度为 3.5~4.5m 的钢管。钢管管壁应钻梅花形布置的小孔，其孔径宜为 3~6mm。钢管管头应削尖(图 4.3.2)。

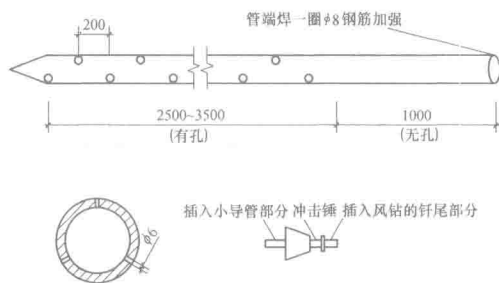


图 4.3.2 小导管结构

4.3.3 小导管的安装应符合下列规定：

1 小导管间距应根据围岩状况确定。当采用单层小导管时，其间距宜为 200~400mm；当采用双层小导管时，其间距宜为 400~600mm。

2 上、下层小导管应错开布置，其排距不宜大于其长度的 1/2。

3 小导管外张角度应根据注浆胶结拱的厚度确定，宜为 10°~25°。

4.3.4 小导管注浆应符合下列规定：

1 注浆前，应向作业面喷射混凝土，喷层厚度不宜小于 50mm。

2 浆液可为水泥浆或水泥砂浆。当采用水泥砂浆时，其配合比宜为 1:1~1:3，并应采用早强水泥或掺入早强剂。在岩层中注浆应取偏小值；在松散体中注浆应取偏大值。当浆液扩散困难时，其砂浆配合比可为 1:0.5。

3 注浆量和注浆压力应根据试验确定。

4 在特殊地质条件下，可采用加硅酸钠、三乙醇胺等双液注浆。

5 注浆顺序应由拱脚向拱顶逐管注浆。

4.3.5 当浆液固结强度达到 10N/mm² 和拱部开挖后不坍塌时，方可继续掘进。

4.4 管棚支护

4.4.1 在回填土堆积层、断层破碎带等地层中掘进坑道、地道，宜采用管棚支护。

4.4.2 管棚支护的长度不宜大于 40m。

4.4.3 管棚宜采用厚壁钢管。其直径不应小于 100mm；长度宜为 2~3m。钢管之间的净距宜为 400~700mm。

4.4.4 管棚钢管接头材料强度应与钢管强度相等。接头应交错布置。

4.4.5 在岩层中钻孔，钻头直径宜比钢管直径大 4mm。

4.4.6 管棚应靠近拱顶布置，管棚钢管与衬砌的距离应小于 400mm。

4.4.7 在钻孔过程中，应及时测量钻孔方位。当钻孔钻进深度小于或等于 5m 时，方位测量不宜少于 5 次；当钻进深度大于 5m 时，每钻进 2~3m 应进行一次方位测量。对每次测量的钻孔方位，其允许偏差不应超过 1%。

4.4.8 当钻孔倾斜超过允许偏差时，应在孔内注入水泥砂浆，并待水泥砂浆的强度达到 10N/mm² 后，方可重新钻孔。

4.4.9 钻孔完毕，并经检查其位置、方向、深度、角度等均符合要求后，方可进行管棚施工。

4.4.10 当钻进过程中易产生塌孔时，宜以钢管代替钻杆，在钢管前端镶焊合金片，并随钻随接钢管。

4.4.11 当要求控制坑道、地道上方的地面下沉时，钢管外的空隙应注浆充填密实。

4.4.12 管棚注浆应符合下列规定：

1 钢管安装完毕，应将管内岩粉冲洗干净；

2 水泥浆的水灰比宜为 0.5~1.0；

3 水泥浆注浆压力不应大于 0.2MPa；

4 水泥砂浆注浆压力不应小于 0.2MPa。

5 逆作法施工

5.1 一般规定

5.1.1 当在城市交通中心、商业密集区域构筑人防工程时，可采用逆作法施工。

5.1.2 逆作法施工宜采用先施工顶板，再施工墙(柱)，最后施工地板的程序。

5.2 钻孔

5.2.1 钻机应符合下列规定：

1 钻机应运行平稳，纵、横方向应移动方便；

2 应有自动调整钻杆垂直度的装置和起吊能力；

3 钻头带有螺旋叶片部分的长度，应大于或等于钻孔柱的长度；螺旋叶片的直径应与钻孔柱直径相等。

5.2.2 钻机就位并校正钻杆垂直度后，应一次钻进，中间不得提钻；钻进速度不宜大于 26r/min。

5.2.3 提钻速度不宜大于 1m/min；严禁反转提钻。

5.2.4 钻头应对准施工放线给定的钻孔中心点，偏差不应超过 2mm；在钻孔定位的同时应进行钻杆垂直度的检查与校正。

5.3 灌注混凝土

5.3.1 在混凝土灌注时，不得出现混凝土离析现象。宜采用边灌注混凝土、边振捣、边提升导管的施工方法。

5.3.2 钢筋骨架的吊装就位宜利用钻机的起重设备进行。在钢筋骨架就位前，宜在孔壁周边放置 3 根距离相等的 $\phi 25$ 钢管，作为控制骨架的“导轨”；骨架就位后，混凝土灌注前将“导轨”拔出。

5.3.3 顶板、底板、墙的混凝土浇筑，应符合本规范第 6.4 节的规定。

5.4 土 模

5.4.1 顶板、梁、拱、无梁顶板柱帽等构件的底模,宜采用土模(土底模)。土底模土层不应扰动;如有扰动,应压实。

5.4.2 土底模施工宜采用机械或人工方法明挖至顶板、梁、拱、无梁顶板柱帽等构件底面标高以上 10cm 处后,用铁锹铲平至构件底面标高以下 2cm,抹 2cm 厚 M5 水泥砂浆,并做隔离层。

5.4.3 侧墙靠岩土一侧的模板,可采用土外模(侧墙土模)。当采用侧墙土模时,每次挖土进尺宜为 4~5m。

5.5 土方暗挖

5.5.1 土方开挖应符合下列规定:

- 1 宜采用先挖导洞再全面开挖的方法;
- 2 导洞开挖宽度不宜大于 2m;
- 3 侧墙导洞开挖应与浇筑侧墙混凝土同时进行;
- 4 挖柱四周土体的尺寸,不得超过柱基础的平面尺寸;
- 5 侧墙每次开挖进尺不宜超过 5m,且较每次浇筑侧墙混凝土长度长 1.0~1.5m;
- 6 应按测量定位线开挖,防止出现超挖或欠挖。

5.5.2 土方运输应符合下列规定:

- 1 施工竖井应设置人行爬梯,严禁人员乘坐吊盘出入;
- 2 施工竖井地面、地下均应设置联系信号;
- 3 在吊盘上必须设置限速器和超高器。

5.6 下 接 柱

5.6.1 当出现下列情况时,可采用下接柱:

- 1 由于地质条件钻孔不能成孔;
- 2 遇到建筑物基础等障碍物,无法成孔;
- 3 由于地面架空线路高度所限,钻机在钻孔位置无法作业;
- 4 工程柱子数量较少,采用钻机钻孔方法不经济。

5.6.2 下接柱施工可采用以下方法:在浇筑柱帽或梁时,将柱受力筋按钢筋接头所需长度插入土中,在柱帽或梁下面设刹肩,再开挖土方,挖至柱下暴露出插入的接头钢筋。在开挖面上架设基础钢筋和柱主筋,并与插入接头钢筋连接,同时浇筑柱和基础混凝土。

5.6.3 当柱下土方开挖后,应及时加设临时支撑,宜在柱帽四个角部设支撑点。支撑材料的规格、数量,应根据柱高、板跨、结构型式、地面荷载等因素,经计算确定。

5.7 刹 肩

5.7.1 在侧墙及下接柱的肩部、顶板底面下不小于 50cm 处,应设置刹肩。

5.7.2 刹肩混凝土浇筑应在柱、墙等构件混凝土浇筑 7d 后进行。浇筑刹肩混凝土应采用比构件混凝土强度高一个等级的干硬性膨胀混凝土,且必须填塞饱满,振捣密实。

5.7.3 在侧墙刹肩顶部、顶板以下宜设置一个以板厚加下反高度为梁高的通长过梁。通长过梁一端可支撑在未开挖的土体上,另一端支撑在已经浇筑混凝土的侧墙上。

5.8 砂 构 造 层

5.8.1 当灌注柱混凝土时,应在中间层板或基础的位置灌注砂层。在浇筑中间层板或基础时取出砂,再设置钢筋并浇筑混凝土。

5.8.2 灌注砂层应符合下列规定:

- 1 砂层上标高,应高出预接构件标高 10cm,防止混凝土振捣时砂层下沉,保证预接构件尺寸;
- 2 砂层应潮湿,防止砂层吸收混凝土中水分而影响混凝土质量;
- 3 在浇筑预接构件混凝土时,应清理钢筋表面,防止出现砂粒附着现象;
- 4 在预接构件顶部应采用干硬性膨胀混凝土,并振捣密实。

6 钢筋混凝土施工

6.1 一般规定

6.1.1 人防工程施工宜采用商品混凝土。

6.1.2 混凝土各分项工程的施工,应在前一分项工程检查合格后进行。

6.2 模板安装

6.2.1 模板及其支架应符合下列规定:

- 1 必须具有足够的强度、刚度和稳定性;
- 2 能可靠地承载新浇筑混凝土的自重和侧压力,以及在施工过程中新产生的荷载;
- 3 保证工程结构和构件各部分形状、尺寸和相互位置的正确;
- 4 模板的接缝不应漏浆;
- 5 临空墙、门框墙的模板安装,其固定模板的对拉螺栓上严禁采用套管、混凝土预制件等。

6.2.2 模板及其支架在安装过程中,必须设置防倾覆的临时固定设施。

6.2.3 现浇钢筋混凝土梁、板,当跨度等于或大于 4m 时,模板应起拱;当设计无具体要求时,起拱高度宜为全跨长度的 1‰~3‰。

6.2.4 模板安装的允许偏差应符合表 6.2.4 的规定。

表 6.2.4 模板安装的允许偏差

项 目		允许偏差(mm)
轴线位置		5
标高		±5
截面尺寸		±5
表面平整度		5
垂直度		3
相邻两板表面高低差		2
预埋管、预留孔中心线位置		3
预埋螺栓	中心线位置	2
	外露长度	+10 0
预留洞	中心线位置	10
	截面内部尺寸	+10 0

6.2.5 模板及其支架拆除时的混凝土强度,应符合设计要求;当设计无具体要求时,应符合下列规定:

- 1 侧模,在混凝土强度能保证其表面及棱角不因拆除模板而受损坏后,方可拆除;
- 2 底模,在混凝土强度符合表 6.2.5 规定后,方可拆除。

表 6.2.5 拆模时所需混凝土强度

结构类型	结构跨度(m)	按设计的混凝土强度标准值的百分率(%)
板	≤2	50
	2~8	75
	>8	100
梁、拱、壳	≤8	75
	>8	100

注:“设计的混凝土强度标准值”系指与设计混凝土强度等级相应的混凝土立方体抗压强度。

6.2.6 已拆除模板及其支架的结构,在混凝土强度符合设计混凝土强度等级的要求后,方可承受全部使用荷载;当施工荷载所产生的效应比使用荷载的效应更为不利时,必须经过核算,加设临时

支撑。

6.3 钢筋制作

6.3.1 钢筋应有出厂质量证明书或试验报告单,钢筋表面和每捆(盘)钢筋均应有标志。进场时应按批号及直径分批检验。检验内容包括查对标志、外观检查,并按现行国家有关标准的规定抽取试样作力学性能试验,合格后方可使用。

钢筋在加工过程中,如发现脆断、焊接性能不良或力学性能显著不正常现象,尚应对该批钢筋进行化学成分检验或其他专项检验。

6.3.2 钢筋的级别、种类和直径应按设计要求采用。当需要代换时,应征得设计单位的同意,并应符合下列规定:

1 不同种类钢筋的代换,应按钢筋受拉承载力设计值相等的原则进行,可采用下式计算求得:

$$A_{s1} f_{y1} \gamma_{a1} = A_{s2} f_{y2} \gamma_{a2} \tag{6.3.2}$$

式中 A_{s1} 、 f_{y1} 、 γ_{a1} ——分别为原设计钢筋的计算截面面积(mm^2)、强度设计值(N/mm^2)、动荷载作用下材料强度综合调整系数;

A_{s2} 、 f_{y2} 、 γ_{a2} ——分别为拟代换钢筋的计算截面面积(mm^2)、强度设计值(N/mm^2)、动荷载作用下材料强度综合调整系数。

γ_a 可按表 6.3.2 选用。

表 6.3.2 材料强度综合调整系数 γ_a

钢筋种类	综合调整系数 γ_a
HPB 235 级	1.50
HRB 335 级	1.35
HRB 400 级 RRB 400 级	1.20

2 钢筋代换后,应满足设计规定的钢筋间距、锚固长度、最小钢筋直径、根数等要求;

3 对重要受力构件不宜用光面钢筋代换变形(带肋)钢筋;

4 梁的纵向受力钢筋与弯起钢筋应分别进行代换。

6.3.3 钢筋的表面应洁净、无损伤,油渍、漆污和铁锈等应在使用前清除干净。带有颗粒状或片状老锈的钢筋不得使用。钢筋应平直,无局部曲折。

6.3.4 钢筋的弯钩或弯折应符合下列规定:

1 HPB 225 级钢筋末端需做 180° 弯钩,其圆弧弯曲直径不应小于钢筋直径的 2.5 倍,平直部分长度不宜小于钢筋直径的 3 倍;

2 HRB 335 级和 HRB 400 级、RRB 400 级钢筋末端需做 90° 或 135° 弯折,HRB 335 级钢筋的弯曲直径不宜小于钢筋直径的 4 倍;HRB 400 级、RRB 400 级钢筋不宜小于钢筋直径的 5 倍;平直部分长度应按设计要求确定;

3 弯起钢筋中间部位弯折处的弯曲直径不应小于钢筋直径的 5 倍。

6.3.5 钢筋加工的允许偏差,应符合表 6.3.5 的规定。

表 6.3.5 钢筋加工的允许偏差

项 目	允许偏差(mm)
受力钢筋顺长度方向全长的净尺寸	± 10
弯起钢筋的弯折位置	± 20

6.3.6 钢筋的焊接接头应符合下列规定:

1 设置在同一构件内的焊接接头应相互错开;

2 在任一焊接接头中心至长度为钢筋直径 35 倍且不小于 500mm 的区段内,同一根钢筋不得有 2 个接头;在该区段内有接头的受力钢筋截面面积占受力钢筋总截面面积的百分率,受拉区不宜超过 50%,受压区不限;

3 焊接接头距钢筋弯折处,不应小于钢筋直径的 10 倍,且不宜位于构件最大弯矩处。

6.3.7 钢筋的绑扎接头应符合下列规定:

1 搭接长度的末端距钢筋弯折处,不得小于钢筋直径的 10 倍,接头不宜位于构件最大弯矩处;

2 受拉区域内,HPB 235 级钢筋绑扎接头的末端应做弯钩,HRB 335 级和 HRB 400 级、RRB 400 级钢筋可不做弯钩;

3 直径不大于 12mm 的受压 HPB 235 级钢筋的末端,以及轴心受压构件中任意直径的受力钢筋的末端,可不做弯钩,但搭接长度不应小于钢筋直径的 35 倍;

4 钢筋搭接处,应在中心和两端用铁丝扎牢;

5 受拉钢筋绑扎接头的搭接长度,应符合表 6.3.7 的规定;受压钢筋绑扎接头的搭接长度,应取受拉钢筋绑扎接头搭接长度的 0.7 倍。

表 6.3.7 受拉钢筋绑扎接头的搭接长度

钢筋类型		混凝土强度等级		
		C20	C25	高于 C25
HPB 235 级钢筋		$35d$	$30d$	$25d$
月牙纹	HRB 335 级钢筋	$45d$	$40d$	$35d$
	HRB 400 级钢筋	$55d$	$50d$	$45d$
	RRB 400 级钢筋			

注:1 当 HRB 335 级和 HRB 400 级、RRB 400 级钢筋直径 d 大于 25mm 时,其受拉钢筋的搭接长度应按表中数值增加 $5d$ 。

2 当螺旋钢筋直径 d 不大于 25mm 时,其受拉钢筋的搭接长度应按表中数值减少 $5d$ 。

3 在任何情况下,纵向受拉钢筋的搭接长度不应小于 300mm;受压钢筋搭接长度不应小于 200mm。

4 两根直径不同钢筋的搭接长度,以较细钢筋直径计算。

6.3.8 各受力钢筋之间的绑扎接头位置应相互错开。从任一绑扎接头中心至搭接长度的 1.3 倍区段内,有绑扎接头的受力钢筋截面面积占受力钢筋总截面面积百分率,受拉区不得超过 25%;受压区不得超过 50%。在绑扎接头区段内,受力钢筋截面面积不得超过受力钢筋总截面面积的 50%。

6.3.9 受力钢筋的混凝土保护层厚度应符合设计要求;当设计无具体要求时,在正常环境下,不宜小于 25mm;在高湿度环境下,不宜小于 45mm。

6.3.10 绑扎或焊接的钢筋网和钢筋骨架,不得有变形、松脱和开焊。钢筋位置的允许偏差应符合表 6.3.10 的规定。

表 6.3.10 钢筋位置的允许偏差

项 目		允许偏差 (mm)
钢筋网的长度、宽度		± 10
网眼尺寸	焊接	± 10
	绑扎	± 20
骨架的宽度、高度		± 50
骨架的长度		± 10
受力钢筋	间距	± 10
	排距	± 5
箍筋、构造筋间距	焊接	± 10
	绑扎	± 20
焊接预埋件	中心线位置	5
	水平高差	+3 0
受力钢筋保护层	梁、柱	± 5
	墙、板(拱)	± 3

6.4 混凝土浇筑

6.4.1 水泥进场必须有出厂合格证或进场试验报告,并应对其品种、标号、包装仓号、出厂日期等检查验收。

当对水泥质量有怀疑或水泥出厂超过 3 个月(快硬硅酸盐水泥超过 1 个月)时,应做复查试验,并按试验结果使用。

6.4.2 混凝土中掺用外加剂的质量应符合现行国家标准的要求,

外加剂的品种及掺量必须根据对混凝土性能的要求、施工条件、混凝土所采用的原材料和配合比等因素经试验确定。

6.4.3 混凝土的施工配制强度可按下式确定：

$$f_{cso}=f_{cuk}+1.645\sigma \tag{6.4.3-1}$$

式中 f_{cso} ——混凝土的施工配制强度(N/mm²)；
 f_{cuk} ——设计的混凝土强度标准值(N/mm²)；
 σ ——施工单位的混凝土强度标准差(N/mm²)。

当施工单位不具有近期的同一品种混凝土强度资料时， σ 可按表6.4.3取用。

表 6.4.3 σ 值(N/mm²)

混凝土强度等级	低于 C20	C20～C35	高于 C35
σ	4.0	5.0	6.0

施工单位具有近期同一品种混凝土强度资料时， σ 应按下式计算：

$$\sigma=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N f_{ci}^2-N\cdot mf_{cu}^2}{N-1}} \tag{6.4.3-2}$$

式中 f_{ci} ——统计周期内同一品种混凝土第*i*组试件的强度值(N/mm²)；
 mf_{cu} ——统计周期内同一品种混凝土*N*组强度的平均值(N/mm²)；
N——统计周期内同一品种混凝土试件的总组数，*N*≥25。

注：1 “同一品种混凝土”系指强度等级相同，且生产工艺和配合比基本相同的混凝土。
2 当混凝土强度等级为 C20 或 C25 时，如计算得到的 $\sigma<2.5\text{N/mm}^2$ ，取 $\sigma=2.5\text{N/mm}^2$ ；当混凝土强度等级高于 C25 时，如计算得到的 $\sigma<3.0\text{N/mm}^2$ ，取 $\sigma=3.0\text{N/mm}^2$ 。

6.4.4 泵送混凝土的配合比，应符合下列规定：

- 1 骨料最大粒径与输送管内径之比，碎石不宜大于 1：3，卵石不宜大于 1：2.5；通过 0.315mm 筛孔的砂不应小于 15%；砂率宜为 40%～50%；
- 2 最小水泥用量宜为 300kg/m³；
- 3 混凝土的坍落度宜为 80～180mm；
- 4 混凝土内宜参加适量的外加剂。

6.4.5 泵送混凝土施工，应符合下列规定：

- 1 混凝土的供应，必须保证输送混凝土泵能连续工作；
- 2 输送管线宜直，转弯宜缓，接头应严密；
- 3 泵送前应先用适量的与混凝土内成分相同的水泥浆或水泥砂浆润滑输送管内壁；当泵送间歇时间超过 45min 或混凝土出现离析现象时，应立即用压力水或其他方法冲洗管内残留的混凝土；
- 4 在泵送过程中，受料斗内应有足够的混凝土，防止吸入空气产生阻塞。

6.4.6 在浇筑混凝土前，对模板内的杂物和钢筋上的油污等应清理干净；对模板的缝隙和孔洞应予堵严；对木模板应浇水湿润，但不得有积水。

6.4.7 混凝土自高处倾落的自由高度，不应超过 2m；当浇筑高度超过 2m 时，应采用串筒、溜管或振动溜管使混凝土下落。

6.4.8 混凝土浇筑层的厚度，当采用插入式振捣器时，应为振捣作用部分长度的 1.25 倍；当采用表面振动器时，应为 200mm。

6.4.9 采用振捣器捣实混凝土，应符合下列规定：

- 1 每一振点的振捣延续时间，应使混凝土表面呈现浮浆和不再沉落；
- 2 当采用插入式振捣器时，捣实混凝土的移动间距，不宜大于振捣器作用半径的 1.5 倍；振捣器与模板的距离，不应大于其作用半径的 0.5 倍，并应避免碰撞钢筋、模板、预埋件等；振捣器插入下层混凝土内的深度不应小于 50mm；
- 3 当采用表面振动器时，其移动间距应保证振动器的平板能

覆盖已振实部分的边缘。

6.4.10 大体积混凝土的浇筑应合理分段分层进行，使混凝土沿高度均匀上升；浇筑应在室外气温较低时进行，混凝土浇筑温度不宜超过 28℃。

注：混凝土浇筑温度系指混凝土振捣后，在混凝土 50～100mm 深处的温度。

6.4.11 工程口部、防护密闭段、采光井、水库、水封井、防毒井、防爆井等有防护密闭要求的部位，应一次整体浇筑混凝土。

6.4.12 浇筑混凝土时，应按下列规定制作试块：

- 1 口部、防护密闭段应各制作一组试块；
- 2 每浇筑 100m³ 混凝土应制作一组试块；
- 3 变更水泥品种或混凝土配合比时，应分别制作试块；
- 4 防水混凝土应制作抗渗试块。

6.4.13 坑道、地道采用先墙后拱法浇筑混凝土时，应符合下列规定：

- 1 浇筑侧墙时，两边侧墙应同时分段分层进行；
- 2 浇筑顶拱时，应从两侧拱脚向上对称进行；
- 3 超挖部分在浇筑前，应采用毛石回填密实。

6.4.14 采用先拱后墙法浇筑混凝土时，应符合下列规定：

- 1 浇筑顶拱时，拱架标高应提高 20～40mm；拱脚超挖部分应采用强度等级相同的混凝土回填密实；
- 2 顶拱浇筑后，混凝土达到设计强度的 70% 及以上方可开挖侧墙；
- 3 浇筑侧墙时，必须消除拱脚处浮碴和杂物。

6.4.15 后浇缝的施工，应符合下列规定：

- 1 后浇缝应在受力和变形较小的部位，其宽度可为 0.8～1m；
- 2 后浇缝宜在其两侧混凝土龄期达到 42d 后施工；
- 3 施工前，应将接缝处的混凝土凿毛，清除干净，保持湿润，并刷水泥浆；
- 4 后浇缝应采用补偿收缩混凝土浇筑，其配合比应经试验确定，强度宜高于两侧混凝土一个等级；
- 5 后浇缝混凝土的养护时间不得少于 28d。

6.4.16 施工缝的位置，应符合下列规定：

- 1 顶板、底板不宜设施工缝，顶拱、底拱不宜设纵向施工缝；
- 2 侧墙的水平施工缝应设在高出底板表面不小于 500mm 的墙体上；当侧墙上已有孔洞时，施工缝距孔洞边缘不宜小于 300mm；
- 3 当采用先墙后拱法时，水平施工缝宜设在起拱线以下 300～500mm 处；当采用先拱后墙法时，水平施工缝可设在起拱线处，但必须采取防水措施；
- 4 垂直施工缝应避免开地下水 and 裂隙水较多的地段。

6.4.17 对已浇筑完毕的混凝土，应加以覆盖和浇水养护，并应符合下列规定：

- 1 应在浇筑完毕后 12h 内对混凝土加以覆盖和浇水；
- 2 浇水养护时间，对采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥拌制的混凝土，不得少于 7d；对掺用缓凝型外加剂或有抗渗性要求的混凝土，不得少于 14d；
- 3 浇水次数应能保持混凝土处于润湿状态；
- 4 养护用水应与拌制用水相同；
- 5 当日平均气温低于 5℃ 时，不得浇水。

6.4.18 混凝土表面缺陷的修整，应符合下列规定：

- 1 面积较小且数量不多的蜂窝或露石的混凝土表面，可用 1：2～1：2.5 的水泥砂浆抹平，在抹砂浆之前，必须用钢丝刷或加压力洗刷基层；
- 2 较大面积的蜂窝、露石或露筋，应按其全部深度凿去薄弱的混凝土层和个别突出的骨料颗粒，然后用钢丝刷或加压力洗刷表面，再用比原混凝土强度等级提高一级的细骨料混凝土堵塞并捣实。

6.5 工程验收

6.5.1 混凝土应振捣密实。按梁、柱的件数和墙、板、拱有代表性的房间应各抽查 10%，且不得少于 3 处。当每个检查件有蜂窝、孔洞、主筋露筋、缝隙夹渣层时，其蜂窝、孔洞面积、主筋露筋长度和缝隙夹渣层长度、深度，应符合下列规定：

1 梁、柱上任何一处的蜂窝面积不大于 1000cm²，累计不大于 2000cm²；孔洞面积不大于 40cm²，累计不大于 80cm²；主筋露筋长度不大于 10cm，累计不大于 20cm；缝隙夹渣层长度和深度均不大于 5cm。

2 墙、板、拱上任何一处的蜂窝面积不大于 2000cm²，累计不大于 4000cm²；孔洞面积不大于 100cm²，累计不大于 200cm²；主筋露筋长度不大于 20cm，累计不大于 40cm；缝隙夹渣层长度不大于 20cm，深度不大于 5cm，且不多于 2 处。

6.5.2 现浇混凝土结构的允许偏差应符合表 6.5.2 的规定。

表 6.5.2 现浇混凝土结构的允许偏差

项 目		允许偏差 (mm)
轴线位置		10
标高	层高	±10
	全高	±30
截面尺寸	柱、梁	±5
	墙、板(拱)	+8 -5
柱、墙垂直度		5
表面平整度		8
预埋管、预留孔中心线位置		5
预埋螺栓中心线位置		5
预留洞中心线位置		15
电梯井	井筒长、宽对中心线	+25 0
	井筒全高垂直度	H/1000 且不大于 30

注：H 为电梯井筒全高 (mm)。

7 顶管施工

7.1 一般规定

7.1.1 在膨胀土层中宜采用钢筋混凝土顶管施工。施工时严禁采用水力机械开挖。在海水侵蚀或盐碱地区，采用钢管顶管施工时，应采取防腐蚀措施。

7.1.2 当顶管采用钢筋混凝土管时，混凝土强度不得小于 30N/mm²。其管端面容许顶力可采用下式计算：

$$[R_t] = \frac{C \cdot A}{100S} \quad (7.1.2)$$

式中 R_t ——管端面容许顶力 (kN)；

C ——管体抗压强度 (MPa)；

A ——加压面积 (cm²)；

S ——安全系数，一般为 2.5~3.0。

7.1.3 当顶管采用钢管时，宜采用普通低碳钢管，管壁厚度应符合设计要求；钢管内径圆度应小于 5mm，两钢管端平接间隙应小于 3mm。

7.1.4 顶管覆土厚度应大于顶管直径的 2 倍。

7.2 施工准备

7.2.1 顶管工作井可采用钢筋混凝土沉井或由地下连续墙等构筑。

7.2.2 顶管工作井的设置，应符合下列规定：

- 1 工作井的平面尺寸应满足顶管操作的需要；
- 2 工作井的后壁必须具有足够的强度和稳定性；
- 3 当计算总顶推力大于 8000kN 时，应采用中间接力顶。

7.2.3 顶管的导轨铺设，应符合下列规定：

1 两导轨的轨顶标高应相等；轨顶标高的允许偏差应为 +3mm、-2mm，并应预留压缩高度；

2 导轨前端与工作井井壁之间的距离不应小于 1m；钢管底面与井底板之间的距离不应小于 0.8m。

7.2.4 千斤顶的安装，应符合下列规定：

1 千斤顶应沿顶管圆周对称布置，每对千斤顶的顶力必须相同；

2 千斤顶的顶力中心应位于顶管管底以上、顶管直径高度的 1/3~2/5 处；

3 千斤顶安装位置的允许偏差不应超过 3mm；其头部严禁向上倾斜，向下偏差不应超过 3mm，水平偏差不应超过 2mm；

4 每台千斤顶均应有独立的控制系统。

7.2.5 顶进工具管安放在导轨上后，应测量其前后端的中心偏差和相对高差。

7.2.6 顶铁安装应符合下列规定：

1 顶管顶进时，环形顶铁和弧形顶铁应配合使用；

2 纵向顶铁的中心线应与顶管轴线平行，纵向顶铁应与横向顶铁垂直相接；

3 纵向顶铁着力点应位于顶管管底以上、顶管直径高度 1/3~2/5 处；

4 顶铁与导轨接触处必须平整光滑，顶铁与顶管端面之间应采用可塑性材料衬垫。

7.2.7 在粉砂土层中顶管时，应采取防止流砂涌入工作井的措施。

7.3 顶管顶进

7.3.1 开顶前，必须对所有顶进设备进行全面检查，并进行试顶，确无故障后方可顶进。

7.3.2 向工作井下管时，严禁冲撞导轨；下管处的下方严禁站人。

7.3.3 工具管出洞时，管头宜高出顶管轴线 2~5mm，水平偏差不应超过 3mm。

7.3.4 顶进作业应符合下列规定：

1 顶进作业中当油压突然升高时，应立即停止顶进，查明原因并进行处理后，方可继续顶进；

2 千斤顶活塞的伸出长度不得大于允许冲程；在顶进过程中，顶铁两侧不得停留人；

3 当顶进不连续作业时，应保持工具管端部充满土塞；当土塞可能松塌时，应在工具管端部注满压力水；

4 当地表不允许隆起变形时，严禁采用闷顶。

7.3.5 在顶管外有承压地下水或在砂砾层中顶进时，应随时对管外空隙充填触变泥浆。长距离顶管应设置中继接力环。

7.3.6 顶进过程中，排除障碍物后形成的空隙应填实，位于顶管上部的枯井、洞穴等应进行注浆或回填。

7.3.7 采用水力机械开挖，应符合下列规定：

1 高压泵应设在工作井附近，水枪出口处的水压应大于 1MPa；

2 应在工具管进入土层 500mm 后进行冲水，严禁高压水喷射工具管刃口以外的土体。

7.3.8 在地下水压差较大的土层中顶进时，应采用管头局部气压法顶进。当在地下水位以下顶进时，地下水位高出机头顶部的距离，应等于或大于机头直径的 1/2；当穿越河道顶进时，顶管的覆土厚度不得小于 2m。

7.3.9 局部气压法顶进，应符合下列规定：

- 1 工具管胸板上所有密封装置应符合密闭要求；
- 2 在气压下冲、吸泥时，气压应小于地下水水压；
- 3 当吸泥莲蓬头堵塞需要打开胸板清石孔进行处理时，必须将钢管顶进 200~300mm，并严禁带气压打开清石孔封板；