中华人民共和国行业标准

铁路混凝土与砌体工程施工质量验收标准

Standard for constructional quality acceptance of railway concrete and masonry engineering

TB 10424—2003

J 283—2004

主编单位：中铁三局集团有限公司

批准部门：中华人民共和国铁道部

施行日期：2004 年 1 月 1 日

中 国 铁 道 出 版 社

2004年·北 京

中华人民共和国行业标准

铁路混凝土与砌体工程施工质量验收标准

TB 10424—2003

J 283—2004

*

中国铁道出版社出版发行

（100054，北京市宣武区右安门西街 8 号）

中国铁道出版社印刷厂印

开本：850 mm×1 168 mm 1/32 印张：3.5 字数：89 千字

2004 年 2 月第 1 版 2004 年 2 月第 1 次印刷

印数：1～30 000 册

统一书号：15113·1953 定价：13.80 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书，如有缺页、倒页、脱页者，请与本社发行部调换。

联系电话：路（021）73169，市（010）63545969

关于发布《铁路混凝土与砌体工程施工质量验收标准》等11个铁路工程建设标准的通知

铁建设〔2003〕127号

《铁路混凝土与砌体工程施工质量验收标准》(TB 10424—2003)、《铁路轨道工程施工质量验收标准》(TB 10413—2003)、《铁路路基工程施工质量验收标准》(TB 10414—2003)、《铁路桥涵工程施工质量验收标准》(TB 10415—2003)、《铁路隧道工程施工质量验收标准》(TB 10417—2003)、《铁路运输通信工程施工质量验收标准》(TB 10418—2003)、《铁路信号工程施工质量验收标准》(TB 10419—2003)、《铁路电力工程施工质量验收标准》(TB 10420—2003)、《铁路电力牵引供电工程施工质量验收标准》(TB 10421—2003)、《铁路给水排水工程施工质量验收标准》(TB 10422—2003)、《铁路站场工程施工质量验收标准》(TB 10423—2003) 等11个铁路工程建设标准，经审查现予发布，自2004年1月1日起施行。届时原《铁路轨道工程质量检验评定标准》(TB 10413—98)、《铁路路基工程质量检验评定标准》(TB 10414—98)、《铁路桥涵工程质量检验评定标准》(TB 10415—98)、《铁路隧道工程质量检验评定标准》(TB 10417—98)、《铁路通信工程质量检验评定标准》(TB 10418—2000)、《铁路信号工程质量检验评定标准》(TB 10419—2000)、《铁路电力工程质量检验评定标准》(TB 10420—2000)、《铁路电力牵引供电工程质量检验评定标准》(TB 10421—2000)、《铁路给水排水工程质量检验评定标准》(TB 10422—98)、《铁路站场建筑工程质量检验评定标准》(TB 10423—98) 同时废止。

以上标准由铁道部建设管理司负责解释，由中国铁道出版社和铁路工程技术标准所组织出版发行。

中华人民共和国铁道部

二〇〇三年十二月十六日

前　言

本标准是根据铁道部《关于印发2003年铁路工程建设规范、定额、标准设计编制计划的通知》(铁建设函〔2003〕41号）的要求进行编制的。

本标准在编制过程中认真贯彻了“调整地位、验评分离、充实内容、严格程序、强化检测、明确职责”的指导思想。本标准的编制是将铁路工程中有关混凝土与砌体工程施工质量验收的内容合并，以统一铁路混凝土与砌体工程的施工要求、验收方法、验收程序和质量标准。本标准提出了混凝土与砌体工程施工质量保证措施，明确了建设各方在施工质量控制中的职责，严格了材料进场验收和施工质量检测的程序及方法，体现了科学性和可操作性,突出了验标对铁路混凝土与砌体工程施工质量的控制。

铁路工程各专业施工质量验收标准应与本标准配合使用。

本标准共分9章，主要内容包括：总则、术语、基本规定、模板及支（拱）架分项工程、钢筋分项工程、混凝土分项工程、预应力分项工程、砌体分项工程和特殊混凝土等。

本标准以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

在执行本标准过程中，希望各单位结合工程实践，认真总结经验，积累资料。如发现需要修改和补充之处，请及时将意见及有关资料寄交中铁三局集团有限公司（山西省太原市迎泽大街269号，邮政编码：030001），并抄送铁路工程技术标准所（北京市羊坊店路甲8号，邮政编码：100038），供今后修订时参考。

本标准由铁道部建设管理司负责解释。

本标准主编单位：中铁三局集团有限公司。

本标准参编单位：铁路工程技术标准所。

本标准主要起草人：唐南生、薛吉岗、刘志江、贾定祎、吴仁友、田松。

目　　次

1　总　　则 …… 1
2　术　　语 …… 2
3　基本规定 …… 5
　3.1　一般规定 …… 5
　3.2　工程施工质量验收的划分 …… 6
　3.3　工程施工质量验收 …… 7
　3.4　工程施工质量验收的程序和组织 …… 8
4　模板及支（拱）架分项工程 …… 11
　4.1　一般规定 …… 11
　4.2　模板及支（拱）架安装 …… 11
　4.3　模板及支（拱）架拆除 …… 13
5　钢筋分项工程 …… 14
　5.1　一般规定 …… 14
　5.2　原 材 料 …… 14
　5.3　钢筋加工 …… 15
　5.4　钢筋连接 …… 17
　5.5　钢筋安装 …… 18
6　混凝土分项工程 …… 20
　6.1　一般规定 …… 20
　6.2　原 材 料 …… 21
　6.3　配合比设计 …… 23
　6.4　混凝土施工 …… 24
7　预应力分项工程 …… 27
　7.1　一般规定 …… 27
　7.2　原 材 料 …… 27

7.3 制作和安装 …… 29
7.4 张拉或放张 …… 30
7.5 压浆和封端 …… 32
8 砌体分项工程 …… 34
8.1 一般规定 …… 34
8.2 原 材 料 …… 35
8.3 砌体砌筑 …… 36
9 特殊混凝土 …… 39
9.1 大体积混凝土 …… 39
9.2 泵送混凝土 …… 40
9.3 水下混凝土 …… 41
9.4 抗渗混凝土 …… 43
9.5 喷射混凝土 …… 45
9.6 特细砂混凝土 …… 47
9.7 耐腐蚀混凝土 …… 48
9.8 高性能混凝土 …… 50
9.9 纤维混凝土 …… 53
附录 A 钢筋接头技术要求和外观质量 …… 54
附录 B 混凝土用细骨料其他指标 …… 59
附录 C 混凝土用粗骨料指标 …… 61
附录 D 砌体工程所用石料的类别、规格和质量要求 …… 64
附录 E 砂浆配合比设计、试件制作、养护及
抗压强度取值 …… 65
附录 F 环境水对混凝土侵蚀性的判定及防护措施 …… 69
本标准用词说明 …… 71
《铁路混凝土与砌体工程施工质量验收标准》条文说明 …… 72

1 总　　则

1.0.1 为了加强铁路工程施工质量管理，统一铁路混凝土与砌体工程施工质量的验收，保证工程质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、改建标准轨距铁路混凝土与砌体工程施工质量的验收。对于本标准未涉及的新技术、新工艺、新设备、新材料，其施工质量的验收应另行制订补充标准。

1.0.3 施工单位作为工程施工质量控制的主体，应对工程施工质量进行全过程控制；建设单位、监理单位和勘察设计单位等各方应按有关规定的要求对施工阶段的工程质量进行控制。

1.0.4 铁路混凝土与砌体工程施工应贯彻国民经济可持续发展战略，做好环境保护、水土保持等工作，合理利用资源，并做到安全文明施工。

1.0.5 铁路混凝土与砌体工程施工质量的检验、检测工作取得的质量数据应真实可靠，全面反映工程质量状况。所用方法和仪器设备应符合相关标准的规定。

1.0.6 铁路混凝土与砌体工程施工中所采用的承包合同文件和工程技术文件等对施工质量的要求不得低于本标准的规定。

1.0.7 铁路混凝土与砌体工程施工质量的验收除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术　　语

2.0.1　工程施工质量　constructional quality of engineering

反映工程施工过程或实体满足相关标准规定或合同约定的要求，包括其在安全、使用功能及其在耐久性能、环境保护等方面所有明显和隐含能力的特性总和。

2.0.2　验收　acceptance

工程施工质量在施工单位自行检查评定的基础上，参与建设活动的有关单位共同对检验批、分项、分部、单位工程的质量按有关规定进行检验，根据相关标准以书面形式对工程质量达到合格与否做出确认。

2.0.3　进场验收　site acceptance

对进入施工现场的材料、构配件、设备等按相关标准规定要求进行检验，对其达到合格与否做出确认。

2.0.4　检验批　inspection lot

按同一生产条件或按规定的方式汇总起来供检验用的，由一定数量样本组成的检验体。

2.0.5　检验　inspection

对检验项目中的性能进行量测、检查、试验等，并将结果与标准规定要求进行比较，以确定每项性能是否合格所进行的活动。

2.0.6　见证　witness

监理单位或建设单位现场监督施工单位某过程完成情况的活动。

2.0.7　见证取样检测　evidential testing

在监理单位或建设单位监督下，由施工单位有关人员现场取样，并送至具备相应资质的检测单位所进行的检测。

2.0.8 平行检验 parallel acceptance testing

监理单位利用一定的检查或检测手段，在施工单位自检的基础上，按照一定的比例独立进行检查或检测的活动。

2.0.9 旁站 stop and supervision

在关键部位或关键工序施工过程中，由监理人员在现场进行的监督活动。

2.0.10 工序 constructional procedure

施工过程中，具有相对独立特点的作业活动、或由必要的技术间歇或停顿分割的作业活动，它是施工过程的基本单元。

2.0.11 交接检验 handing over inspection

由施工的承接方与完成方共同检查并对可否继续施工做出确认的活动。

2.0.12 主控项目 *dominant item*

工程中的对安全、卫生、环境保护和公众利益起决定性作用的检验项目。

2.0.13 一般项目 general item

除主控项目以外的检验项目。

2.0.14 抽样检验 sampling inspection

按照规定的抽样方案，随机地从进场的材料、构配件、设备或工程检验项目中，按检验批抽取一定数量的样本所进行的检验。

2.0.15 抽样方案 sampling scheme

根据检验项目的特性所确定的抽样数量和方法。

2.0.16 计数检验 counting inspection

在抽样的样本中，记录每一个体有某种属性或计算每一个体中的缺陷数目的检查方法。

2.0.17 计量检验 quantitative inspection

在抽样检验的样本中，对每一个体测量其某个定量特性的检查方法。

2.0.18 返工 rework

对不合格的工程部位采取的重新制作、重新施工等措施。

2.0.19 返修 repair

对工程不符合标准规定的部位采取整修等措施。

2.0.20 一般缺陷 common defect

对结构构件的受力性能或安装使用性能无决定性影响的缺陷。

2.0.21 严重缺陷 serious defect

对结构构件的受力性能或安装使用性能有决定性影响的缺陷。

2.0.22 施工缝 construction joint

在混凝土浇筑过程中，因设计要求或施工需要分段浇筑而在先、后浇筑的混凝土之间形成的接缝。

2.0.23 碱活性骨料 alkaline reaction aggregate

在一定条件下会与混凝土中的碱发生化学反应，导致混凝土结构产生膨胀、开裂、甚至破坏的骨料。

2.0.24 碱含量 alkali content

混凝土碱含量是指混凝土中等当量氧化钠的含量，以 kg/m^3 计；混凝土原材料的碱含量是指原材料中等当量氧化钠的含量，以质量百分率计。等当量氧化钠含量是指氧化钠与 0.658 倍的氧化钾之和。

3 基本规定

3.1 一般规定

3.1.1 铁路混凝土与砌体工程施工现场质量管理应有相应的施工技术标准、健全的质量管理体系和施工质量检验制度。

混凝土宜采取集中拌合、统一供应的方式进行施工。混凝土集中搅拌站投产前，应具有质量管理制度、质量责任制、质量检验制度、材料设备管理制度、生产工艺和环境保护方案；主要工种操作人员应有上岗证书；搅拌、检测设备和计量器具设置应符合要求。经监理单位核查确认后，方可投产。

3.1.2 混凝土与砌体工程应按下列规定进行施工质量控制：

1 工程采用的主要材料、构配件，施工单位应对其外观、规格、型号和质量证明文件等进行验收，并经监理工程师检查认可。凡涉及结构安全和使用功能的，施工单位应进行检验，监理单位应按规定进行平行检验或见证取样检测。

2 各工序应按施工技术标准进行质量控制，每道工序完成后，施工单位应进行检查，并形成记录。

3 工序之间应进行交接检验，上道工序应满足下道工序的施工条件和技术要求。相关专业工序之间的交接检验应经监理工程师检查认可，未经检查或检查不合格的不得进行下道工序施工。

3.1.3 混凝土与砌体工程施工质量应按下列要求进行验收：

1 工程施工质量应符合本标准和相关专业验收标准的规定。

2 工程施工质量应符合设计文件的要求。

3 参加工程施工质量验收的各方人员应具备规定的资格。有权签证的人员应报建设单位确认、备案。

4 工程施工质量的验收均应在施工单位自行检查评定合格

的基础上进行。

5　隐蔽工程在隐蔽前应由施工单位通知监理单位进行验收，并应形成验收文件。

6　涉及结构安全的试块、试件和现场检验项目，监理单位应按规定进行平行检验、见证取样检测或见证检测。

7　检验批的质量应按主控项目和一般项目进行验收。

8　承担见证取样检测及有关结构安全检测的单位应具有相应的资质。

3.2　工程施工质量验收的划分

3.2.1　混凝土工程可划分为模板及支(拱)架、钢筋、混凝土和预应力四个分项工程。砌体工程为一个分项工程。

3.2.2　各分项工程可根据与施工方式相一致且便于控制施工质量的原则，按工作班、施工缝或施工段划分为若干检验批。

3.2.3　混凝土与砌体工程的分项工程和检验批划分及检验项目应符合表 3.2.3 的规定。

表 3.2.3　混凝土与砌体工程分项工程和检验批划分及检验项目

分项工程		检验批	检验批检验项目条文号	
			主控项目	一般项目
模板及支(拱)架分项工程		安装段	4.2.1、4.2.2、4.3.1	4.2.3、4.2.4、4.3.2
钢筋分项工程		安装段	5.2.1、5.3.1、5.4.1、5.4.2、5.5.1	5.2.2、5.3.2、5.4.3、5.5.2
混凝土分项工程	混凝土	浇筑段	6.2.1~6.2.6、6.3.1、6.3.2、6.4.1、~6.4.3	6.4.4~6.4.8
	大体积混凝土		9.1.3、9.1.4	
	泵送混凝土		9.2.4~9.2.6	9.2.7
	水下混凝土		9.3.4~9.3.8	9.3.9
	抗渗混凝土		9.4.4~9.4.8	9.4.9
	喷射混凝土		9.5.6~9.5.11	
	特细砂混凝土		9.6.5~9.6.8	

续表 3.2.3

分项工程		检验批	检验批检验项目条文号	
			主控项目	一般项目
混凝土分项工程	耐腐蚀混凝土	浇筑段	9.7.10~9.7.13	
	高性能混凝土		9.8.7~9.8.14	
	纤维混凝土		9.9.3、9.9.4	
预应力分项工程		施工段	7.2.1~7.2.5、7.3.1~7.3.3、7.4.1~7.4.5、7.5.1~7.5.3	7.3.4~7.3.6、7.4.6、7.5.4
砌体分项工程		砌筑段	8.2.1~8.2.5、8.3.1~8.3.6	8.3.7~8.3.8

3.3 工程施工质量验收

3.3.1 检验批的质量验收应包括如下内容：

1 实物检查，按下列方式进行：

1）对原材料、构配件和设备等的检验，应按进场的批次和产品抽样检验方案执行；

2）对混凝土强度等，应按国家现行有关标准和本标准规定的抽样检验方案执行；

3）对本标准中采用计数检验的项目，应按抽查总点数的合格点率进行检查。

2 资料检查，包括原材料、构配件和设备等的质量证明文件(质量合格证、规格、型号及性能检测报告等)及检验报告、施工过程中重要工序的自检和交接检验记录、平行检验报告、见证取样检测报告、隐蔽工程验收记录等。

3.3.2 检验批合格质量应符合下列规定：

1 主控项目的质量经抽样检验全部合格。

2 一般项目的质量经抽样检验合格；有允许偏差的抽查点，除有专门要求外，合格点率应达到 80% 及以上，且不合格点的最大偏差不得大于规定的允许偏差的 1.5 倍。

3　具有完整的施工操作依据、施工记录、质量检查记录。

3.3.3　分项工程质量验收合格应符合下列规定：

1　分项工程所含检验批应符合合格质量的规定。

2　分项工程所含的检验批的质量验收记录应完整。

3.3.4　当检验批质量不符合要求时，应按以下规定进行处理：

1　经返工重做的或更换构配件、设备的检验批，应重新进行验收。

2　当检验批的试块、试件强度不能满足要求时，经有资质的法定检测单位检测鉴定，能够达到设计要求的检验批，应予以验收。

3.4　工程施工质量验收的程序和组织

3.4.1　检验批应由施工单位自检合格后报监理单位，由监理工程师组织施工单位专职质量检查员等进行验收。监理单位应对全部主控项目进行检查，对一般项目的检查内容和数量可根据具体情况确定。检验批质量验收记录应按表 3.4.1 填写。

3.4.2　分项工程应由监理工程师组织施工单位分项工程技术负责人等进行验收，并按表 3.4.2 填写记录。

表 3.4.1 _____检验批质量验收记录

单位工程名称																			
分部工程名称																			
分项工程名称											验收部位								
施工单位											项目负责人								
施工质量验收标准名称及编号																			
施工质量验收标准的规定										施工单位检查评定记录									监理单位验收记录
主控项目	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		
	6																		
一般项目	1																		
	2																		
	3																		
	4																		
	5																		
施工单位检查评定结果	专职质量检查员 年 月 日 分项工程技术负责人 年 月 日 分项工程负责人 年 月 日																		
监理单位验收结论	监理工程师 年 月 日																		

表 3.4.2　　分项工程质量验收记录

单位工程名称			
分部工程名称		检验批数	
施工单位		项目负责人	

序号	检验批部位	施工单位检查评定结果	监理单位验收结论
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			

说明：

施工单位检查评定结果	分项工程技术负责人	年　　月　　日	
监理单位验收结论	监理工程师	年　　月　　日	

4 模板及支（拱）架分项工程

4.1 一般规定

4.1.1 模板及支（拱）架应具有足够的强度、刚度和稳定性；能承受所浇筑混凝土和砌体的重力、侧压力及施工荷载；保证结构尺寸的正确，并根据工程结构形式、地基承载力、施工设备和材料等条件进行施工工艺设计，其弹性压缩、预拱度和沉降值应符合设计要求。

4.1.2 模板及支（拱）架必须安置于符合设计的可靠基底上，并有足够的支承面积和防、排水或防冻措施。

4.1.3 模板及支（拱）架与脚手架之间不得相互连接。

4.1.4 浇筑混凝土或砌体砌筑前，施工单位应对模板及支（拱）架进行交接检验，形成施工记录。

4.1.5 施工过程中应对模板及支（拱）架进行观察和维护；发现跑模、变形等异常情况时，应停止施工，采取措施，并形成记录。

4.1.6 模板及支（拱）架拆除的顺序及安全措施必须符合施工组织设计的规定。

4.2 模板及支（拱）架安装

主控项目

4.2.1 模板及支（拱）架的材料质量及结构必须符合施工工艺设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察和尺量

4.2.2 模板安装必须稳固牢靠，接缝严密，不得漏浆。模板与混凝土的接触面必须清理干净并涂刷隔离剂。浇筑混凝土前，模

型内的积水和杂物应清理干净。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察。

一 般 项 目

4.2.3 模板安装允许偏差和检验方法除相关专业验收标准有特殊规定外，应符合表 4.2.3 的规定。

表 4.2.3 模板安装允许偏差和检验方法

序号	项目		允许偏差（mm）	检验方法
1	轴线位置	基础	15	尺量每边不少于 2 处
		梁、柱、板、墙、拱	5	
2	表面平整度		5	2m靠尺和塞尺不少于 3 处
3	高程	基础	±20	测量
		梁、柱、板、墙、拱	±5	
4	模板的侧向弯曲	柱	$h/1000$	拉线尺量
		梁、板、墙	$l/1500$	
5	梁、柱、板、墙、拱两模板内侧宽度		$^{+10}_{-5}$	尺量不少于 3 处
6	梁底模拱度		$^{+5}_{-2}$	拉线尺量
7	相邻两板表面高低差		2	尺量

注：1 h 为柱高。

2 l 为梁、板跨度。

检验数量：施工单位全部检查。

4.2.4 预埋件和预留孔洞的留置除相关专业验收标准有特殊规定外，其允许偏差和检验方法应符合表 4.2.4 的规定。

表 4.2.4 预埋件和预留孔洞的允许偏差和检验方法

序号	项目		允许偏差（mm）	检验方法
1	预留孔洞	中心位置	10	尺量
		尺寸	$^{+10}_{0}$	尺量不少于 2 处
2	预埋件中心位置		3	尺量

检验数量：施工单位全部检查。

4.3 模板及支（拱）架拆除

主控项目

4.3.1 拆除承重模板及支（拱）架时的混凝土强度应符合设计要求。当设计无要求时，除相关专业验收标准有特殊规定外，混凝土强度应符合表 4.3.1 的规定。

表 4.3.1 拆除承重模板时混凝土强度要求

序号	结构类型	结构跨度（m）	达到混凝土设计强度标准值的百分率(%)
1	板、拱	<2	≥50
		2~8	≥75
		>8	≥100
2	梁	≤8	≥75
		>8	≥100
3	悬臂梁（板）	≤2	≥75
		>2	≥100

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：施工单位拆模前进行一组同条件养护试件强度试验；监理单位检查强度试验报告或见证试验。

一般项目

4.3.2 拆除非承重模板时，混凝土强度应保证其表面及棱角不受损伤。

检验数量：施工单位全部检查。

检验方法：观察。

5 钢筋分项工程

5.1 一般规定

5.1.1 从事钢筋加工和焊(连)接的操作人员必须经考试合格，持证上岗。钢筋正式焊(连)接前，应进行现场条件下的焊(连)接性能检验，合格后方能正式生产。

5.1.2 钢筋在运输、加工和贮存过程中应防止锈蚀、污染和变形。并按品种、规格和检验状态分别标识存放。

5.1.3 浇筑混凝土前，施工单位应对钢筋隐蔽前的下列内容进行检查，形成施工记录。

1 钢筋的品种、规格、数量、位置和间距等；

2 钢筋的连接方式、接头位置、接头数量和接头面积百分率等；

3 预埋件的规格和数量等；

4 钢筋保护层厚度。

5.1.4 当钢筋的品种、级别或规格需作变更时，施工单位应办理设计变更文件。

5.2 原 材 料

主 控 项 目

5.2.1 钢筋进场时，必须按批抽取试件做力学性能(屈服强度、抗拉强度和伸长率)和工艺性能(冷弯)试验，其质量必须符合《钢筋混凝土用热轧光圆钢筋》(GB 13013)和《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》(GB 1499)等现行国家标准的规定和设计要求。

检验数量：以同牌号、同炉罐号、同规格、同交货状态的钢筋，每60 t为一批，不足60 t也按一批计。施工单位每批抽检一

次；监理单位见证取样检测或平行检验抽检次数为施工单位抽检次数的 20%或 10%，但至少一次。

检验方法：施工单位检查每批质量证明书和进行试验；监理单位检查全部质量证明书和试验报告并进行见证取样检测或平行检验。

一 般 项 目

5.2.2 钢筋应平直、无损伤，表面无裂纹、油污、颗粒状或片状老锈。

检验数量：施工单位全部检查。

检验方法：观察。

5.3 钢 筋 加 工

主 控 项 目

5.3.1 钢筋的加工应符合设计要求。当设计未提出要求时，应符合下列规定：

1 受拉热轧光圆钢筋的末端应作 180°弯钩，其弯曲直径 d_m 不得小于钢筋直径的 2.5 倍，钩端应留有不小于钢筋直径 3 倍的直线段(图 5.3.1—1)。

2 受拉热轧光圆和带肋钢筋的末端，当设计要求采用直角形弯钩时，直钩的弯曲直径 d_m 不得小于钢筋直径的 5 倍，钩端应留有不小于钢筋直径 3 倍的直线段(图 5.3.1—2)。

3 弯起钢筋应弯成平滑的曲线，其弯曲半径不得小于钢筋直径的 10 倍(光圆钢筋)或 12 倍(带肋钢筋)(图 5.3.1—3)。

4 用光圆钢筋制成的箍筋，其末端应作不小于 90°的弯钩，有抗震等特殊要求的结构应作 135°或 180°的弯钩(图 5.3.1—4)；弯钩的弯曲直径应大于受力钢筋直径，且不得小于箍筋直径的 2.5 倍；弯钩端直线段的长度，一般结构不得小于箍筋直径的 5 倍，有抗震等特殊要求的结构，不得小于箍筋直径的 10 倍。

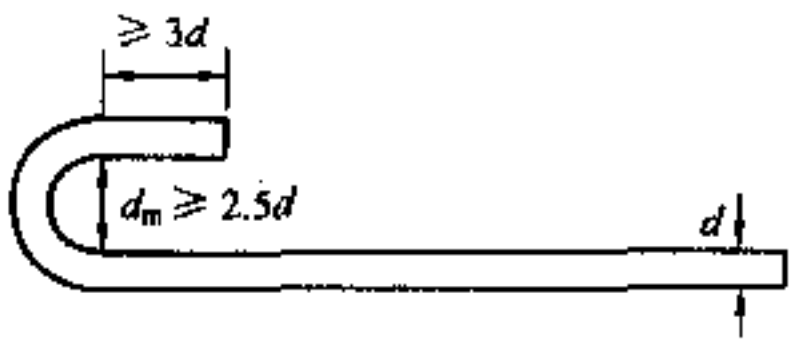


图 5.3.1—1　180°弯钩

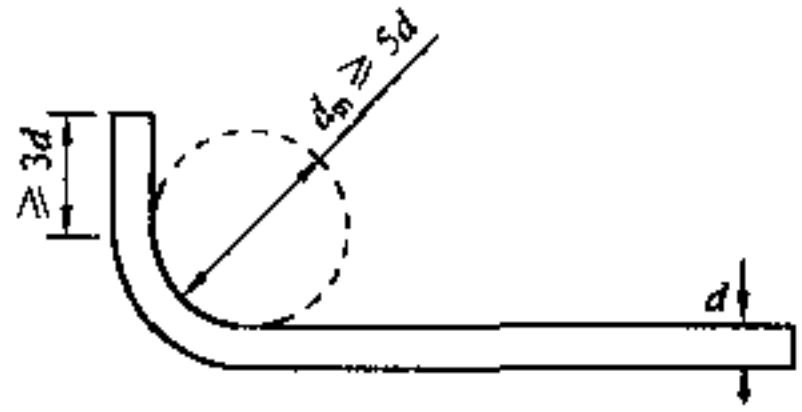


图 5.3.1—2　直角形弯钩

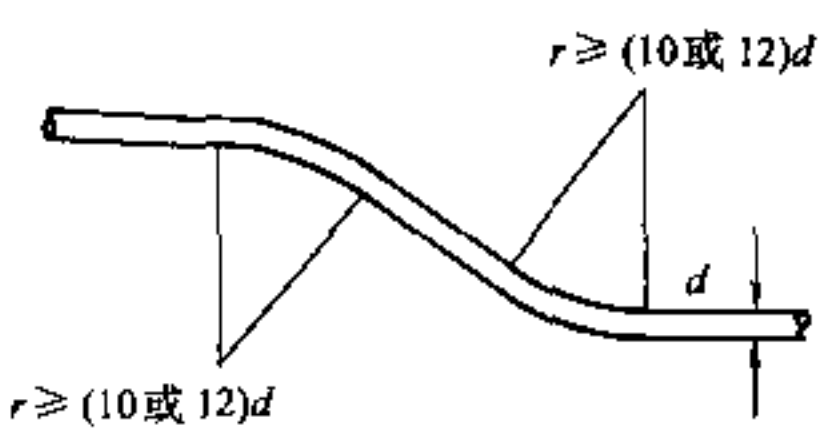


图 5.3.1—3　弯起钢筋

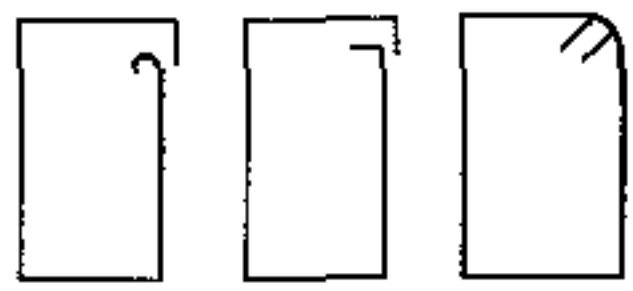


图 5.3.1—4　箍筋末端弯钩

检验数量：施工单位按钢筋编号各抽检 10%，且各不少于 3 件；监理单位平行检验数量为施工单位抽检数量的 10%，且各不少于一件。

检验方法：尺量。

一般项目

5.3.2　钢筋加工允许偏差和检验方法应符合表 5.3.2 的规定。

表 5.3.2　钢筋加工允许偏差和检验方法

序号	名　　称	允许偏差(mm)	检验方法
1	受力钢筋全长	±10	尺量
2	弯起钢筋的弯折位置	20	
3	箍筋内净尺寸	±5(桥梁±3)	

检验数量：施工单位按钢筋编号各抽检 10%，且各不少于 3 件。

5.4 钢筋连接

主控项目

5.4.1 **纵向受力钢筋的连接方式必须符合设计要求。**

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察。

5.4.2 钢筋接头的技术要求和外观质量应符合本标准附录 A 的规定。钢筋焊接接头，应按批抽取试件做力学性能检验，其质量必须符合现行国家标准《钢筋焊接及验收规程》(JGJ 18)的规定和设计要求。承受静力荷载为主的直径为28 mm～32 mm带肋钢筋采用冷挤压套筒连接接头，应按批抽取试件做力学性能检验，其质量必须符合现行国家标准《带肋钢筋套筒挤压连接技术规程》(JGJ 108)的规定和设计要求。

检验数量：钢筋接头的外观质量，施工单位、监理单位全部检查。焊接接头的力学性能检验以同级别、同规格、同接头形式和同一焊工完成的每 200 个接头为一批，不足 200 个也按一批计。冷挤压套筒连接接头的力学性能检验以同等级、同规格和同接头型式的每 200 个接头为一批，不足 200 个也按一批计。施工单位每批抽检一次；监理单位见证取样检测次数为施工单位抽检次数的 20%，但至少一次。

检验方法：钢筋接头外观检验，施工单位、监理单位观察和尺量。焊接接头和冷挤压套筒连接接头力学性能检验，施工单位做拉伸试验，闪光对焊接头增做冷弯试验；监理单位检查力学性能试验报告并进行见证取样检测。

一般项目

5.4.3 钢筋接头应设置在承受应力较小处，并应分散布置。配置在“同一截面”内受力钢筋接头的截面面积，占受力钢筋总截面面积的百分率，应符合设计要求。当设计未提出要求时，应符

合下列规定：

1　焊(连)接接头在受弯构件的受拉区不得大于50%，轴心受拉构件不得大于25%；

2　绑扎接头在构件的受拉区，不得大于25%，在受压区不得大于50%；

3　钢筋接头应避开钢筋弯曲处，距弯曲点的距离不得小于钢筋直径的10倍；

4　在同一根钢筋上应少设接头。“同一截面”内，同一根钢筋上不得超过一个接头。

注：两焊(连)接接头在钢筋直径的35倍范围且不小于500mm以内、两绑扎接头在1.3倍搭接长度范围且不小于500mm以内，均视为“同一截面”。

检验数量：施工单位全部检查。

检验方法：观察和尺量。

5.5　钢筋安装

主控项目

5.5.1　安装的钢筋品种、级别、规格和数量必须符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察和尺量。

一般项目

5.5.2　钢筋安装及钢筋保护层厚度允许偏差和检验方法，除相关专业验收标准有特殊规定外，应符合表5.5.2的规定。

表5.5.2　钢筋安装及钢筋保护层厚度允许偏差和检验方法

序号	名称		允许偏差(mm)	检验方法
1	受力钢筋排距		±5	尺量，两端、中间各一处
2	同一排中受力钢筋间距	基础、板、墙	±20	
		柱、梁	±10	
3	分布钢筋间距		±20	尺量，连续3处

续表 5.5.2

序号	名称		允许偏差(mm)	检验方法
4	箍筋间距	绑扎骨架	±20	尺量，连续3处
		焊接骨架	±10	
5	弯起点位置（加工偏差±20mm包括在内）		30	尺量
6	钢筋保护层厚度 c (mm)	$c \geqslant 35$	$^{+10}_{-5}$	尺量，两端、中间各2处
		$25 < c < 35$	$^{+5}_{-2}$	
		$c \leqslant 25$	$^{+3}_{-1}$	

检验数量：施工单位全部检查。

6 混凝土分项工程

6.1 一般规定

6.1.1 铁路混凝土工程一般应采用质量密度为2 300～2 500 kg/m^{3}的混凝土。

6.1.2 铁路混凝土强度应按铁道部现行《铁路混凝土强度检验评定标准》(TB 10425) 的规定检验评定，其结果必须符合设计要求。

6.1.3 当工地昼夜平均气温连续3 d低于+5 ℃或最低气温低于−3 ℃时，应采取冬期施工措施；当工地昼夜平均气温高于30 ℃时，应采取夏期施工措施。

6.1.4 对新选原料产地、同产地更换矿山或连续使用同一产地达两年的粗、细骨料应做选料源检验。检验内容包括：颗粒级配、坚固性、有害物质含量和碱活性检验。

6.1.5 混凝土所用的原材料应按品种、规格和检验状态分别标识存放。

6.1.6 混凝土所用的原材料发生变化时，必须重新选定配合比。

6.1.7 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。当下层混凝土初凝后浇筑上一层混凝土时，应按施工缝进行处理。

6.1.8 当使用商品混凝土时，其质量必须符合本章的规定。

6.1.9 在混凝土中掺用外加剂，必须符合下列规定：

1 钢筋混凝土桥跨结构和预应力混凝土结构中，不得掺用含氯盐的外加剂。

2 当掺用含氯盐类外加剂时，氯离子含量（按水泥质量百分率计）必须符合下列规定：

1）混凝土结构中，不得大于1.8%；

2）处于干燥环境、常年有水或埋于地下的钢筋混凝土结构中，不得大于0.3%；

3）处于干湿交替状态或常年空气湿度大于80%的钢筋混凝土结构中，不得大于0.12%。

6.1.10 特殊混凝土的施工质量验收，除符合本章规定外，尚应符合本标准第9章的规定。

6.1.11 混凝土的耐久性指标应符合设计要求，其施工质量控制和检验应符合相关标准的规定。

6.2 原 材 料

主控项目

6.2.1 水泥进场时，必须按批对其品种、级别、包装或散装仓号、袋装质量、出厂日期等进行验收，并对其强度、凝结时间、安定性进行试验，其质量必须符合现行国家标准的规定。

当在使用中对水泥质量有怀疑或水泥出厂日期逾3个月（快硬硅酸盐水泥逾一个月）时，必须再次进行强度试验，并按试验结果使用。

钢筋混凝土结构、预应力混凝土结构严禁使用含氯化物的水泥。

当使用具有潜在碱活性骨料时，应要求厂方提供水泥中碱含量值，并选用碱含量符合要求的水泥。

检验数量：同生产厂家、同批号、同品种、同强度等级、同出厂日期且连续进场的水泥，散装水泥每500 t为一批，袋装水泥每200t为一批，当不足上述数量时，也按一批计。施工单位每批抽检一次；监理单位平行检验或见证取样检测抽检次数为施工单位抽检次数的10%或20%，但至少一次。

检验方法：施工单位检查产品合格证、出厂检验报告并进行强度、凝结时间、安定性试验；监理单位检查全部产品合格证、

出厂检验报告、试验报告并进行平行检验或见证取样检测。

6.2.2 拌制混凝土所用的细骨料，应按批进行检验，其颗粒级配、细度模数应符合现行《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》(JGJ52) 的规定，含泥量、泥块含量应符合本标准附录 B 的规定。

检验数量：同产地、同品种、同规格且连续进场的细骨料，每400 m^3或600 t为一批，不足400 m^3或600 t也按一批计。施工单位每批抽检一次；监理单位见证取样检测次数为施工单位抽检次数的 20%，但至少一次。

检验方法：施工单位观察和试验；监理单位检查全部试验报告并进行见证取样检测。

6.2.3 拌制混凝土所用的粗骨料，应按批进行检验，其颗粒级配、压碎指标值、针片状颗粒含量应符合本标准附录 C 的规定。

检验数量：同产地、同品种、同规格且连续进场的粗骨料，每400 m^3或600 t为一批，不足400 m^3或600 t也按一批计。施工单位每批抽检一次；监理单位见证取样检测次数为施工单位抽检次数的 20%，但至少一次。

检验方法：施工单位观察和试验；监理单位检查全部试验报告并进行见证取样检测。

6.2.4 混凝土外加剂进场时，必须按批对减水率、凝结时间差、抗压强度比进行检验，其质量必须符合《混凝土外加剂》(GB 8076)、《混凝土外加剂应用技术规范》(GB50119) 等现行国家标准和其他有关环境保护的规定。

检验数量：同生产厂家、同批号、同品种、同出厂日期且连续进场的外加剂，每50 t为一批，不足50 t时，也按一批计。施工单位每批抽检一次；监理单位见证取样检测次数为施工单位抽检次数的 20%，但至少一次。

检验方法：施工单位检查产品合格证、出厂检验报告并进行试验；监理单位检查全部产品合格证、出厂检验报告、试验报告并进行见证取样检测。

6.2.5 拌制混凝土宜采用饮用水，当采用其他水源时，水质应符合现行国家标准《混凝土拌合用水标准》(JGJ 63) 的规定。

检验数量：施工单位同水源检查不应少于一次；监理单位全部检查。

检验方法：施工单位水质分析；监理单位检查水质分析报告。

6.2.6 混凝土掺用的矿物掺合料，应按批对细度、含水率、需水量比、抗压强度比进行检验，其质量应符合《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》(GB 1596) 和《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿碴粉》(GB/T 18046) 等现行国家标准的规定。

检验数量：同品种、同等级且连续进场的矿物掺合料，每200 t为一批，当不足200 t时，也按一批计。施工单位每批抽检一次；监理单位见证取样检测次数为施工单位抽检次数的20%，但至少一次。

检验方法：施工单位检查出厂合格证并进行试验；监理单位检查全部出厂合格证和试验报告并进行见证取样检测。

6.3 配合比设计

主 控 项 目

6.3.1 混凝土配合比应根据原材料性能、混凝土的技术条件和设计要求进行设计，并通过试拌调整后确定，应符合国家现行《普通混凝土配合比设计规程》(JGJ 55) 的有关规定。

检验数量：施工单位对同强度等级、同性能混凝土进行一次混凝土配合比设计；监理单位全部检查。

检验方法：施工单位进行配合比选定试验；监理单位检查配合比选定单。

6.3.2 当使用具有潜在碱活性骨料时，混凝土中的总碱含量应符合铁道部现行《铁路混凝土工程预防碱—骨料反应技术条件》(TB/T 30504) 的规定和设计要求。

检验数量：施工单位对每一混凝土配合比进行一次总碱含量

计算；监理单位全部检查。

检验方法：施工单位计算；监理单位检查计算单。

6.4 混凝土施工

主控项目

6.4.1 结构混凝土强度等级和弹性模量必须符合设计要求。对桥梁的墩台、梁部和隧道的衬砌等重要部位尚应采用同条件养护试件检测结构实体强度。混凝土抗压强度和弹性模量试件，应在混凝土的浇筑地点随机抽样制作，其试件的取样与留置应符合下列规定：

1 抗压强度标准条件养护试件的取样与留置：

1）每拌制 100 盘且不超过100 m^3 的同配合比的混凝土，取样不得少于一次；

2）每工作班拌制的同一配合比的混凝土不足 100 盘时，取样不得少于一次；

3）每次取样应至少留置一组。

2 弹性模量试件的取样与留置应按设计要求和实际需要确定。

3 抗压强度同条件养护试件的取样、养护方式和留置数量应符合铁道部现行标准《铁路工程结构混凝土强度检测规程》（TB 10426）的规定。桥梁每墩台、每孔（片）梁和隧道每200 m衬砌应按不同强度等级用同条件养护试件分别检测结构实体强度不少于一次。

检验数量：施工单位全部检查；监理单位对标准条件养护试件见证取样检测或平行检验的次数为施工单位检验次数的 20% 或 10%，但至少一次。对同条件养护试件全部见证试验。

检验方法：施工单位进行混凝土抗压强度和弹性模量试验；监理单位检查混凝土抗压强度和弹性模量试验报告并进行见证取样检测或平行检验。

6.4.2 施工缝的位置和处理应符合设计和施工技术方案的要求。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察和尺量。

6.4.3 混凝土浇筑完毕后，应按施工技术方案及时采取有效的养护措施，并应符合下列规定：

1 应在浇筑完毕后的12 h以内对混凝土加以覆盖并保湿养护。

2 混凝土浇水养护的时间：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7 d；对掺用缓凝型外加剂或有抗渗等要求的混凝土，不得少于14 d。

3 浇水次数应能保持混凝土处于湿润状态；混凝土养护用水应与拌合用水相同。

4 采用塑料布覆盖养护的混凝土，其敞露的全部表面应覆盖严密，并应保持塑料布内有凝结水。

5 混凝土强度达到1.2 MPa前，不得在其上踩踏或安装模板及支架。

6 当日平均气温低于5 ℃时，不得浇水。

7 混凝土表面不便浇水或使用塑料布时，宜涂刷养护剂。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察。

一 般 项 目

6.4.4 混凝土拌制前，应测定砂、石含水率，并根据测试结果和理论配合比调整材料用量，提出施工配合比。

检验数量：施工单位每工作班不应少于一次。

检验方法：砂、石含水率测试。

6.4.5 混凝土拌合物的坍落度应符合设计配合比要求。

检验数量：施工单位每工作班不少于一次。

检验方法：坍落度试验。

6.4.6 混凝土原材料每盘称量的偏差应符合表6.4.6的规定。

检验数量：施工单位每工作班抽查不少于一次。

检验方法：复称。

6.4.7 结构外形尺寸允许偏差和检验方法除相关专业验收标准有特殊规定外，应符合表6.4.7的规定。

检验数量：施工单位全部检查。

表6.4.6 原材料每盘称量的允许偏差

序号	材料名称	允许偏差	
		工地	工厂或搅拌站
1	水泥和干燥状态的掺合料	±2%	±1%
2	粗、细骨料	±3%	±2%
3	水、外加剂	±2%	±1%

注：1 各种衡器应定期检定，每次使用前应进行零点校核，保证计量准确；
2 当遇雨天或含水率有显著变化时，应增加含水率检测次数，并及时调整水和骨料的用量。

表6.4.7 结构外形尺寸允许偏差和检验方法

序号	项目		允许偏差	检验方法
1	轴线位置	基础	20 mm	每边尺量不少于2处
		梁、柱、板、墙	10 mm	
2	表面平整度		8 mm	2m靠尺和塞尺测量不少于3处
3	高程	基础	±30 mm	测量不少于2处
		梁、柱、板、墙	±10 mm	
4	垂直度		1/1000	吊线尺量
5	截面尺寸		$^{+20}_{0}$ mm	尺量不少于3处
6	梁、桁架的拱度		$^{+5}_{2}$ mm	拉线尺量
7	预留孔洞	中心位置	15 mm	尺量
		尺寸	$^{+10}_{0}$ mm	
8	预埋件中心位置		5 mm	尺量

6.4.8 混凝土结构表面应密实平整、颜色均匀，不得有露筋、蜂窝、孔洞、疏松、麻面和缺棱掉角等缺陷。

检验数量：施工单位全部检查。

检验方法：观察。

7 预应力分项工程

7.1 一般规定

7.1.1 预应力工程的施工单位应具有相应的资质。

7.1.2 先张法张拉台座应有施工工艺设计。其强度、刚度及稳定性应能满足施工各阶段施工荷载的要求和施工工艺要求。

7.1.3 预应力筋张拉设备应定期维护，测力传感器、仪表和量具应按检定周期定期送计量测试部门检定。张拉设备应配套标定，配套使用，并建立卡片档案备查。当在使用过程中出现异常现象或在设备检修后，应重新标定。

7.1.4 预应力筋制作和安装时应避免污染和电火花损伤。

7.1.5 预留孔道安装时应采取可靠的定位措施。

7.1.6 **施工单位应在后张法预应力筋张拉前，对孔道摩阻损失、扩孔段摩阻损失和锚口摩阻损失进行实际测定；在先张法折线配筋张拉前，对折线筋摩阻损失进行实际测定；根据实测结果对张拉控制应力作适当调整，并经监理单位和设计单位认可。**

7.2 原 材 料

主 控 项 目

7.2.1 **预应力筋进场时，必须按批次抽取试件做拉伸试验、弯曲试验或反复弯曲试验，其质量必须符合《预应力混凝土用钢丝》(GB/T 5223)、《预应力混凝土用钢绞线》(GB/T 5224) 等现行国家标准的规定和设计要求。**

检验数量：以同牌号、同炉罐号、同规格、同生产工艺、同交货状态的预应力筋，每30 t为一批，不足30 t也按一批计。施工单位每批抽检一次；监理单位平行检验或见证取样检测次数分别

为施工单位抽检次数的 10%、20%，但至少一次。

检验方法：施工单位检查质量证明书和进行拉伸、弯曲或反复弯曲试验；监理单位检查质量证明书、试验报告并进行平行检验或见证取样检测。

7.2.2 预应力筋用锚具、夹具和连接器进场时，必须按批次进行外观检查和抽取试件做硬度和静载锚固性能试验，其质量必须符合现行国家标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》(GB/T 14370）的规定和设计要求。

检验数量：同一种类、同种材料和同一生产工艺且连续进场的预应力筋用锚具、夹具和连接器，每1000套为一批，不足1000 套也按一批计。

外观检查：施工单位每批抽检 10%，且不少于 10 套；监理单位抽检数量为施工单位抽检数量的 20%，且不少于 3 套。

硬度试验：施工单位每批抽验 5%，且不少于 5 套；监理单位每批抽验数量为施工单位抽验数量的 20%，且不少于 2 套。

静载锚固性能试验：施工单位每批抽检一次（3 套）；监理单位见证取样检测或平行检验抽检次数为施工单位抽检次数的 20%或 10%，但至少一次（3 套）。

检验方法：施工单位观察、检查产品合格证并进行性能试验；监理单位观察、检查产品合格证、试验报告并进行见证取样检测或平行检验。

7.2.3 孔道压浆应采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥。其质量检验必须符合本标准第 6.2.1 条的规定。

7.2.4 水泥浆用的外加剂的质量检验必须符合本标准第 6.2.4 条的规定。

7.2.5 预留孔道所用的金属螺旋管、橡胶棒（管）等和先张预应力筋隔离套管使用前应进行外观检查，其表面应无油污、损伤和孔洞。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察。

7.3 制作和安装

主控项目

7.3.1 预应力筋的品种、级别、规格、数量必须符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察和尺量。

7.3.2 预应力筋展开后应平顺、不得有弯折；表面不应有裂纹、小刺、机械损伤、氧化铁皮和油污等。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察。

7.3.3 预留孔道用的金属螺旋管、橡胶棒(管)品种、规格必须符合设计要求。施工中应密封良好、接头严密、线型平顺、安装牢固。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察和尺量。

一般项目

7.3.4 预应力筋下料长度应按设计要求或工艺要求计算确定。其允许偏差和检验方法除相关专业验收标准有特殊规定外，尚应符合表 7.3.4 的规定。

表 7.3.4 预应力筋下料长度的允许偏差和检验方法

序 号	项 目		允许偏差（mm）	检验方法
1	钢 丝	与设计或计算长度差	±10	尺 量
		束中各根钢丝长度差	不大于钢丝长度的 1/5000，且不大于 5	
2	钢绞线	与设计或计算长度差	±10	
		束中各根钢绞线长度差	5	
3	热轧带肋钢筋		+50	

检验数量：施工单位检查预应力筋总数的 3%，且不少于 5 根(束)。

7.3.5 预留孔道位置允许偏差和检验方法除相关专业验收标准有特殊规定外，尚应符合表 7.3.5 的规定。

表 7.3.5 预留孔道位置允许偏差和检验方法

序 号	项 目		允许偏差（mm）	检 验 方 法
1	纵向	距跨中4 m范围内	6	尺量跨中 1 处
		其余部位	8	尺量 1/4、3/4 跨各 1 处
2	横 向		5	尺量两端
3	竖 向		h/1000	吊线尺量

注：h 为构件高度，单位为 mm。

检验数量：施工单位检查孔道总数的 3%，且不少于 5 根。

7.3.6 先张法预应力筋位置的允许偏差除相关专业验收标准有特殊规定外，跨中5 m范围内不应大于1 mm；其余部位应不大于3 mm。

检验数量：施工单位检查预应力筋总数的 3%，且不少于 5 根。

检验方法：尺量检查跨中一处和 1/4、3/4 跨各一处。

7.4 张拉或放张

主 控 项 目

7.4.1 预应力筋用锚具、夹具和连接器的品种、规格、数量必须符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察和尺量。

7.4.2 后张法预应力筋预张拉或初张拉时，混凝土强度必须符合设计要求。当设计无要求时，预张拉或初张拉时混凝土强度应达到设计强度的 80%。后张法预应力筋终张拉或先张法预应力筋放张时，混凝土强度等级和弹性模量必须符合设计要求。

检验数量：施工单位每次张拉或放张时全部检查。后张法预应力筋预张拉或初张拉时，检查一组同条件养护混凝土强度试件；后张法预应力筋终张拉或先张法预应力筋放张时，各检查一组同条件养护混凝土强度试件和弹性模量试件。监理单位全部检查。

检验方法：施工单位进行强度和弹性模量试验；监理单位检查同条件养护试件试验报告或见证试验。

7.4.3 预应力筋的预施应力、张拉或放张顺序和张拉工艺，必须符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察。

监理单位旁站监理。

7.4.4 预应力筋的实际伸长值与计算伸长值的差值不得大于±6%。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察和尺量。

监理单位旁站监理。

7.4.5 后张法预应力构件的预应力筋断裂或滑脱数量不得超过预应力筋总数的5‰，并不得位于结构的同一侧，且每束内断丝不得超过1根。先张法预应力构件，在浇筑混凝土前发生断裂或滑脱的预应力筋必须予以更换。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察。

监理单位旁站监理。

一 般 项 目

7.4.6 张拉端预应力筋内缩量应符合设计要求；当设计无要求时，张拉端预应力筋内缩量限值和检验方法应符合表7.4.6的规定。

表7.4.6 张拉端预应力筋内缩量限值和检验方法

序号	锚具类别		内缩量限值（mm）	检验方法
1	支承式锚具（镦头锚具等）	螺帽缝隙	1	尺量
		每块后加垫板的缝隙	1	
2	锥塞式锚具		5	
3	夹片式锚具	有顶压	5	
		无顶压	6~8	

检验数量：施工单位检查预应力筋总数的3%，且不少于5根（束）。

7.5 压浆和封端

主控项目

7.5.1 孔道压浆工艺必须符合设计要求。孔道内水泥浆应饱满密实。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察。

7.5.2 水泥浆试件应在压浆地点随机抽样制作。水泥浆的抗压强度必须符合设计要求。对于在压浆后28 d内需要移动的构件，应在压浆地点随机抽样制作同条件养护水泥浆试件，移动混凝土构件时水泥浆的抗压强度必须符合设计要求；当设计无要求时水泥浆的抗压强度应大于设计强度的75%。

检验数量：施工单位留置一组（6块）边长为70.7 mm立方体试件，必要时增加留置一组同条件养护试件；监理单位全部检查。

检验方法：施工单位进行水泥浆抗压强度试验；监理单位检查水泥浆抗压强度试验报告。

7.5.3 锚具和预应力筋封闭防护前必须按设计要求对锚具和预应力筋做防锈和防水处理。锚具和预应力筋封闭防护必须符合设计要求，当设计无要求时应符合下列规定：

1 凸出式锚固端锚具的保护层厚度不宜小于50 mm；

2 外露预应力筋的保护层厚度不宜小于30 mm。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察和尺量。

一般项目

7.5.4 预应力筋锚固后的外露部分宜采用机械切割。外露长度

应符合设计要求；当设计无要求时，后张法预应力筋外露长度不宜小于预应力筋直径的 1.5 倍，且不宜小于30 mm。

检验数量：施工单位检查预应力筋总数的 3%，且不少于 5 根（束）。

检验方法：观察和尺量。

8 砌体分项工程

8.1 一般规定

8.1.1 砌体采用的石材应质地坚硬、不易风化、无裂纹，表面的污渍应予清除。

8.1.2 石材强度等级应以边长为70 mm的立方体试件在浸水饱和状态下的抗压极限强度表示。当采用边长为200 mm、150 mm、100 mm或50 mm的立方体试件时，其抗压极限强度应分别乘以1.43、1.28、1.14或0.86的换算系数。

8.1.3 砂浆检查试件的抗压强度应符合下列要求：

1 同批试件的强度平均值不小于设计强度等级值；

2 每组试件的强度代表值不小于设计强度等级值的85%。

8.1.4 砂浆应具有适当的流动性和良好的和易性。砂浆应随拌随用，当运输或贮存过程中发生离析、泌水现象时，砌筑前应重新拌合。已凝结的砂浆不得使用。

8.1.5 砂浆砌体的砌筑应采用挤浆法分层、分段砌筑。严禁采用灌浆法施工。分段位置宜设在沉降缝或伸缩缝处。各砌层应先砌外圈定位砌块，再砌镶面和填腹砌块。砌缝应相互错开，石料不得无砂浆直接接触，砌缝应饱满。

8.1.6 砌筑干砌体宜将较大石块置于底层，石块应交错咬接，空隙应用碎石填实。

8.1.7 砌体表面的勾缝应符合设计要求，并应在砌体砌筑时留出2 cm深的空缝。宜用原砌体砂浆勾缝，勾缝可采用凹缝或平缝。勾缝所用砂浆强度不得小于砌体砂浆强度。

8.1.8 当工地昼夜平均气温（最高和最低气温的平均值或当地时间6时、14时及21时的室外气温的平均值）连续3 d低于5℃

或最低气温低于－3℃时，砌体工程应采取冬期施工措施。

8.2 原 材 料

主 控 项 目

8.2.1 水泥质量检验应符合本标准第 6.2.1 条的规定。

8.2.2 砂浆掺用外加剂的质量必须符合《混凝土外加剂》(GB 8076)、《混凝土外加剂应用技术规范》(GB 50119) 等现行国家标准和有关环境保护的规定。

检验数量：同生产厂家、同批号、同品种、同出厂日期且连续进场的外加剂，每50 t为一批，不足50 t也为一批。施工单位每批检验一次；监理单位见证取样检测抽检次数为施工单位检验次数的 20%，但至少一次。

检验方法：施工单位检查产品合格证、出厂检验报告并进行进场检验；监理单位检查检验报告并进行见证取样检测。

8.2.3 砌体工程所用石材和混凝土砌块的强度等级应符合设计要求，石材的其他品质指标尚应符合下列规定：

1 在最冷月平均气温低于－15℃或－5℃～－15℃的地区使用的石材，其抗冻性指标应分别符合冻融循环 25 次或 15 次的要求，且表面无破坏迹象；

2 浸水和潮湿地区主体工程的石材软化系数不得小于 0.8。

检验数量：砌体工程所用石材和混凝土砌块的检验数量应符合下列规定：

石材：同产地的石材至少抽取一组试件进行抗压强度检验。最冷月平均气温低于－5℃和浸水潮湿地区，应各增加一组抗冻性指标和软化系数检验的试件。砌块：同生产条件，且连续生产的砌块，其混凝土抗压强度检验数量同本标准第 6.4.1 条第一款的规定。施工单位全部检验，监理单位见证取样检测或平行检验次数为施工单位检验次数的 20%或 10%，但至少一次。

检验方法：施工单位进行石材强度、抗冻性、软化系数和砌

块混凝土抗压强度试验；监理单位检查试验报告并进行见证取样检测或平行检验。

8.2.4　砂浆用砂除应符合本标准第 6.2.2 条的规定外，其含泥量不宜大于 5%。

检验数量和检验方法：同本标准第 6.2.2 条的规定。

8.2.5　拌制砂浆用水检验应符合本标准第 6.2.5 条的规定。

8.3　砌体砌筑

主控项目

8.3.1　砌体工程所用石料和混凝土砌块的规格应符合设计要求。石料类别、规格和质量要求应符合本标准附录 D 的规定。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察和尺量。

8.3.2　砌体工程所用砂浆的配合比应根据原材料性能、砂浆的技术条件和设计要求进行计算，并通过试配试验调整后确定。砂浆配合比设计、试件制作、养护及抗压强度取值应符合本标准附录 E 的规定。

检验数量：施工单位对同类型、同强度等级的砂浆至少进行一次砂浆配合比设计；监理单位全部检查。

检验方法：施工单位进行配合比选定试验；监理单位检查配合比选定单。

8.3.3　砌体工程所用砂浆的强度等级必须符合设计要求。用于检查砂浆强度的试件应在搅拌机出料口随机抽样制作。

检验数量：同类型、同强度等级每100 m^3砌体为一批，不足100 m^3也按一批计。施工单位每批检验一次；监理单位见证取样检测或平行检验次数为施工单位检验次数的 20%或 10%，但至少一次。

检验方法：施工单位进行砂浆强度试验；监理单位检查砂浆强度试验报告并进行见证取样检测或平行检验。

8.3.4 砂浆砌体砌缝宽度、位置和砌筑方式必须符合表 8.3.4 的规定。

表 8.3.4 砌体砌缝宽度、位置和砌筑方式

序号	项　　目	浆砌片石（mm）	浆砌块石（mm）	浆砌料石（混凝土砌块）（mm）
1	表面砌缝宽度	≤40	≤30	15～20
2	每找平一次的砌筑高度	≤1200	≤1200	—
3	两层间竖向错缝	≥80	≥80	≥100 困难时丁石上下只能一面有竖缝
4	三块石料相接处的空隙	≤70	—	—
5	砌筑方式	—	一丁一顺或二顺一丁	一丁一顺

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察和尺量。

8.3.5 砌体砌筑完毕应及时覆盖，并经常洒水保持湿润，常温下养护期不得少于7d。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察。

8.3.6 沉降缝、泄水孔、反滤层位置、数量和材料应符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察、尺量和计数检查。

一般项目

8.3.7 砌体表面应砂浆饱满、砌缝整齐。宽度和错缝距离符合规定，无脱落和裂纹。沉降缝整齐垂直，上下贯通。泄水孔坡度向外，无堵塞现象。

检验数量：施工单位全部检查。

检验方法：观察和尺量。

8.3.8 砌体尺寸的允许偏差和检验方法应符合表 8.3.8 的规定。

表 8.3.8　砌体尺寸的允许偏差和检验方法

序　号	项　　目		允许偏差（mm）		检 验 方 法
			基　础	墙	
1	底、顶面高程	片　石	±25	±15	测量不少于 5 处
		料石、砌块	±25	±15	
2	砌体厚度	片　石	$^{+30}_{0}$	$^{+20}_{0}$	尺量不少于 5 处
		料石、砌块	$^{+15}_{0}$	$^{+10}_{0}$	

检验数量：施工单位全部检查。

9 特殊混凝土

9.1 大体积混凝土

一般规定

9.1.1 混凝土结构物实体最小尺寸等于或大于1 m，或易由温度应力引起裂缝的混凝土，应按设计和大体积混凝土施工技术要求，制订专门的施工技术方案。

9.1.2 大体积混凝土施工应采用低水化热水泥和低水泥用量，必要时可掺用适量粉煤灰和缓凝减水剂；或采取降低拌合物温度和埋设循环冷却水管等措施。当设计许可在混凝土中填放片石时，应符合下列规定：

1 片石的最大尺寸，不应大于结构最小尺寸的1/4。

2 片石在填放前应用水冲洗。

3 片石应均匀分布，安放稳妥。片石间净距不得小于15 cm，其与模板的间距不宜小于25 cm，且不得与钢筋接触。

4 最上层片石顶面应覆盖25 cm以上的混凝土层。

主控项目

9.1.3 大体积混凝土浇筑完毕后，应在养护期间测定混凝土表面和内部的温度，其拆模温差应符合设计要求。当设计未提出要求时，温差不宜大于25℃。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：施工单位用温度计量测温度；监理单位检查测温记录。

9.1.4 混凝土浇筑完毕后，应及时采取养护措施。其养护时间可按表9.1.4控制。

表 9.1.4　大体积混凝土养护时间

序　号	水　泥　品　种	养护时间（d）
1	硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥	14
2	火山灰质硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、低热微膨胀水泥、矿渣硅酸盐大坝水泥	21
3	现场掺粉煤灰的水泥	

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察。

9.2　泵送混凝土

一 般 规 定

9.2.1　混合料利用混凝土泵通过管道输送的泵送混凝土施工应制订专门的施工技术方案。

9.2.2　泵送混凝土泵送施工前应进行试泵送。

9.2.3　泵送混凝土施工必须采用保水性好、泌水性小的水泥品种，其品质指标应符合《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》(GB 175）等现行国家标准的规定。

主 控 项 目

9.2.4　泵送混凝土施工用细骨料除应符合本标准第 6.2.2 条的规定外，宜采用中砂，通过0.315 mm筛孔的砂应不小于 15%。

检验数量和检验方法：同本标准第 6.2.2 条的规定。

9.2.5　泵送混凝土施工用粗骨料除应符合本标准第 6.2.3 条的规定外，宜采用连续级配，其最大粒径与输送管道内径之比尚应符合下列规定：泵送高度在50 m以下时，碎石不宜大于 1:3，卵石不宜大于 1:2.5；泵送高度在50 m～100 m时，碎石不宜大于 1:4，卵石不宜大于 1:3；泵送高度在100 m以上时，碎石不宜大于 1:5，卵石不宜大于 1:4。

检验数量和检验方法：同本标准第 6.2.3 条的规定。

9.2.6 泵送混凝土配合比设计除应符合本标准第 6.3.1 条规定外，尚应符合下列规定：

1 泵送混凝土的压力泌水率 S_{10} 不宜大于 40%。

2 泵送混凝土的坍落度选用应考虑坍落度损失值。泵送混凝土入泵坍落度不宜小于80 mm；当泵送高度大于100 m时，不宜小于180 mm。

3 泵送混凝土的水灰比宜为 0.38～0.50。

4 泵送混凝土的砂率宜为 38%～45%。

5 泵送混凝土的水泥用量(含掺合料)不宜小于300 kg/m³。

检验数量和检验方法：同本标准第 6.3.1 条的规定。

一 般 项 目

9.2.7 泵送混凝土入泵时的坍落度及其偏差，应符合表 9.2.7 的规定。

表 9.2.7 泵送混凝土入泵坍落度允许偏差

序 号	所需入泵坍落度 (mm)	入泵坍落度允许偏差 (mm)
1	≤100	±20
2	>100	±30

检验数量：施工单位每工作班抽查不少于一次。

检验方法：坍落度试验。

9.3 水下混凝土

一 般 规 定

9.3.1 水下混凝土的浇筑，应在静水条件下采用竖向导管法浇筑。导管使用前应进行充水加压检查。

9.3.2 当水下混凝土浇筑面积较大时，应采用数根导管同时浇筑。导管的规格、数量、安放位置及浇筑速度可根据表 9.3.2 确定。

表 9.3.2　导管作用范围表

序号	导管内径（mm）	导管作用半径（m）	导管下口要求埋入深度（m）
1	250	1.1 左右	1.0 以上
2	300	1.3～2.2	
3	300～500	2.2～4.0	

9.3.3　水下混凝土浇筑应连续进行。遇特殊情况须间歇时，间歇时间不得大于30 min。

主 控 项 目

9.3.4　水下混凝土施工用水泥除应符合本标准第 6.2.1 条的规定外，其初凝时间不应早于2 h。

检验数量和检验方法：同本标准第 6.2.1 条的规定。

9.3.5　水下混凝土施工用粗骨料除应符合本标准第 6.2.3 条的规定外，宜采用连续级配，其最大粒径，不应大于导管内径的 1/4 或钢筋净距的 1/4（仅有单层钢筋时，则最大粒径不应大于钢筋净距的 1/3），且不宜大于60 mm。

检验数量和检验方法：同本标准第 6.2.3 条的规定。

9.3.6　水下混凝土配合比设计除应符合本标准第 6.3.1 条的规定外，其配制强度应较普通混凝土的配制强度提高 10%～20%；水泥用量不宜小于350 kg/m^3；当掺用外加剂、掺合料时，水泥用量可减少，但不得小于300 kg/m^3。

检验数量和检验方法：同本标准第 6.3.1 条的规定。

9.3.7　水下混凝土浇筑应符合下列规定：

1　浇筑初始阶段，水下混凝土应在导管底端形成锥体。浇筑钻孔桩时导管下口埋入混凝土内的长度不宜小于1.0 m；浇筑封底混凝土时导管下口埋入混凝土内的长度不宜小于0.8 m。继续浇筑的混凝土不应再与水接触。

2　水下混凝土顶面的流动坡度宜在 1:5 以下。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察和测量。

9.3.8 水下混凝土的质量检查应符合下列要求：

1 标准养护检查试件强度应按现行行业标准《铁路混凝土强度检验评定标准》(TB 10425) 的规定检验评定，结果必须符合设计强度等级的 1.15 倍。

2 当设计要求钻芯取样时，钻芯取样试件的平均强度不应低于设计强度标准值。

检验数量和检验方法：同本标准第 6.4.1 条的规定。

一般项目

9.3.9 水下混凝土的坍落度宜为180 mm～220 mm，在可能与水接触的最初浇筑阶段，坍落度可适当减少。

检验数量：施工单位全部检查，每工作班抽查不少于一次。

检验方法：坍落度试验。

9.4 抗渗混凝土

一般规定

9.4.1 混凝土抗渗等级为 P6 以上的混凝土施工应采用普通抗渗混凝土、外加剂抗渗混凝土。当设计有要求时，可采用掺膨胀剂抗渗混凝土和膨胀水泥抗渗混凝土。

9.4.2 抗渗混凝土应采用机械搅拌和机械振捣，搅拌时间不得小于2 min。

9.4.3 抗渗混凝土应采用泌水少、水化热低的水泥。其品质指标应符合《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》(GB 175) 等现行国家标准的规定。

主控项目

9.4.4 抗渗混凝土施工用细骨料除应符合本标准第 6.2.2 条的规定外，宜采用中砂，其含泥量不应大于 3%。

检验数量和检验方法：同本标准第 6.2.2 条的规定。

9.4.5 抗渗混凝土施工用粗骨料除应符合本标准第 6.2.3 条的规定外，宜采用连续粒级，其最大粒径不应大于40 mm；含泥量不应大于 1%；泥块含量不应大于 0.25%。

检验数量和检验方法：同本标准第 6.2.3 条的规定。

9.4.6 抗渗混凝土的配合比设计除应符合本标准第 6.3.1 条的规定外，抗渗试验时，其抗渗压力应比设计要求提高0.2 MPa，水胶比不应大于 0.60。

检验数量和检验方法：同本标准第 6.3.1 条的规定。

9.4.7 抗渗混凝土除应按本标准第 6.4.1 条的规定留置强度检查试件外，尚应按下列规定留置抗渗检查试件及进行试验评定：

1 每500 m^3混凝土应制作抗渗检查试件 1 次（6 个）；不足500 m^3时，亦应制作抗渗检查试件 1 次。当使用的材料、配合比或施工工艺变化时，均应另行制作抗渗检查试件 1 次。

2 混凝土抗渗等级应按《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法》(GBJ 82) 进行试验评定，其结果应符合设计要求。

检验数量：施工单位全部检查；监理单位见证取样检测或平行检验次数为施工单位检查次数的 20%或 10%，但至少一次。

检验方法：施工单位进行强度试验和抗渗试验；监理单位检查混凝土强度和抗渗试验报告并进行见证取样检测或平行检验。

9.4.8 抗渗混凝土终凝后，应立即进行湿润养护，养护时间不得少于 14 d。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察。

一般项目

9.4.9 抗渗混凝土拆模时，结构表面温度与环境气温之差不得大于15 ℃。地下结构部分的抗渗混凝土，拆模后应及时回填。

检验数量：施工单位全部检查。

检验方法：测温和观察。

9.5 喷射混凝土

一 般 规 定

9.5.1 喷射混凝土应优先采用湿喷工艺。

9.5.2 喷射混凝土应采用普通硅酸盐水泥，必要时可采用特种水泥。

9.5.3 喷射混凝土宜采用强制式搅拌机搅拌，其搅拌时间不得少于1.5 min。当无条件时，也可采用自落式搅拌机，但其搅拌时间不得少于2 min。

9.5.4 喷射混凝土宜随拌随用。其在运输、存放过程中不得淋雨、浸水及混入杂物。混凝土拌合物的停放时间不得大于30 min。

9.5.5 喷射混凝土作业应符合下列规定：

1 一次喷射厚度可根据喷射部位按表9.5.5控制。

表9.5.5 一次喷射厚度

序 号	喷射部位	一次喷射厚度（mm）	
		掺速凝剂	不掺速凝剂
1	边 墙	70～100	50～70
2	拱 部	50～60	30～40

2 拱部回弹率不应大于25%，边墙回弹率不应大于15%。湿喷作业时粉尘含量不得大于2 mg/m^3。

3 喷射作业的环境温度不得低于5℃。

主 控 项 目

9.5.6 喷射混凝土所用细骨料除应符合本标准第6.2.2条的规定外，尚应符合下列规定：

1 细度模数应大于2.5。

2 含泥量不应大于3%。

检验数量和检验方法：同本标准第 6.2.2 条的规定。

9.5.7 喷射混凝土所用粗骨料除应符合本标准第 6.2.3 条的规定外，尚应符合下列规定：

1 最大粒径不宜大于16 mm，并宜采用连续粒级。

2 含泥量不应大于1%。

检验数量和检验方法：同本标准第 6.2.3 条的规定。

9.5.8 喷射混凝土所用液体速凝剂除应符合本标准第 6.2.4 条的规定外，尚应进行与水泥适应性和速凝效果检验，其掺量不宜超过水泥质量的 5%；水泥净浆初凝时间不应大于5 min，终凝时间不应大于10 min。

喷射混凝土亦可按需要掺入其他外加剂，其掺量应通过试验确定。

检验数量和检验方法：同本标准第 6.2.4 条的规定。

9.5.9 喷射混凝土的配合比设计除应符合本标准第 6.3.1 条的规定外，其灰骨比宜为 1∶4～1∶5；水灰比宜为 0.40～0.50；砂率宜为 45%～60%；水泥用量不宜小于400 kg/m^3，混凝土拌合物的坍落度宜为 80～130 mm。

检验数量和检验方法：同本标准第 6.3.1 条的规定。

9.5.10 喷射混凝土的强度检查试件留置应符合下列规定：

1 每喷射不超过100 m^{3}混凝土，制作强度检查试件不应少于 1 次，不足100 m^{3}时，也应制作 1 次试件。当材料或配合比变化时，应分别制作试件。

2 喷射混凝土强度检查试件的制作，可采用喷大板切割法。当不具备切割条件时也可采用边长为150 mm的立方体无底试模，在其内喷射混凝土制作试件。试件成型的喷射方向应与边墙相同。当对强度有怀疑时，可采用凿方切割法或钻芯取样法制作试件。

检验数量：施工单位全部检查；监理单位见证取样检测或平行检验次数为施工单位检查次数的 20%或 10%，但至少一次。

检验方法：施工单位进行强度试验；监理单位检查强度试验

报告并进行见证取样检测或平行检验。

9.5.11 喷射混凝土终凝2 h后，应进行湿润养护。养护时间不得少于14 d。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察。

9.6 特细砂混凝土

一 般 规 定

9.6.1 用细度模数小于 1.6 的砂拌制的特细砂混凝土仅可用于一般工程或附属工程，严禁用于梁、拱、高墩台和有抗冲刷、抗磨（水位变化范围）、抗冻、抗渗和抗腐蚀要求的工程。其强度必须符合设计要求。

9.6.2 特细砂混凝土的最小水泥用量不得小于250 kg/m^3。

9.6.3 特细砂混凝土应采用机械搅拌和机械振捣，搅拌时间应较中、细砂混凝土延长 1～2 min。

9.6.4 特细砂混凝土应在浇筑成型后进行二次压实抹面。

主 控 项 目

9.6.5 特细砂混凝土用特细砂除应符合本标准第6.2.2条的规定外，其不得含有泥块，含泥量不应大于 5%。

检验数量和检验方法：同本标准第 6.2.2 条的规定。

9.6.6 特细砂混凝土用粗骨料除应符合本标准第 6.2.3 条的规定外，宜采用二级配或三级配。

检验数量和检验方法：同本标准第 6.2.3 条的规定。

9.6.7 特细砂混凝土的配合比设计除应符合本标准第 6.3.1 条的规定外，尚应符合下列规定：

1 宜采用砂浆剩余系数法进行设计。

2 采用低砂率，其砂率宜为中、细砂混凝土砂率的 85%～70%。

3　采用低坍落度，坍落度不宜大于30 mm。

检验数量和检验方法：同本标准第 6.3.1 条的规定。

9.6.8　特细砂混凝土浇筑完毕后，应在12 h以内进行潮湿养护。特细砂混凝土保持湿润状态的养护时间应比普通混凝土延长7 d。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察。

9.7　耐腐蚀混凝土

一 般 规 定

9.7.1　遭受周围环境水侵蚀的混凝土其耐腐蚀稳定性应符合设计要求。

9.7.2　环境水对混凝土的侵蚀，应根据水中硫酸根离子（SO_4^{2-}）、镁离子（Mg^{2+}）、重碳酸根离子（HCO_3^-）、氢离子浓度（pH值）、溶解固体（溶解盐或蒸发残渣）等含量及相应的环境条件特征，按本标准附录 F 表 F.0.1 的规定，判定侵蚀类型和侵蚀程度，并据以采取防护措施。

9.7.3　当按第 9.7.2 条得出环境水对混凝土具有硫酸盐型、盐类结晶型或溶出型侵蚀的结论时，应根据侵蚀类型、侵蚀程度按本标准附录 F 表 F.0.2 采取选用适宜的水泥品种及掺合料、保证最小水泥用量、控制最大水胶比、满足混凝土的抗渗等级等防护措施。此外，还应根据具体情况采用防水层、降低环境水侵蚀性、排水、换填土、降低地下水水位及设防护层等工程措施。

9.7.4　当按第 9.7.2 条得出环境水对混凝土具有硫酸型酸性侵蚀及镁盐侵蚀时，应采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，其最大水胶比不应大于 0.50（弱侵蚀）、0.45（中等侵蚀）和 0.40（强侵蚀）；最小水泥用量不应小于330 kg/m^3（弱侵蚀）、360 kg/m^3（中等侵蚀）和390 kg/m^3（强侵蚀）；抗渗等级应达到 P6（弱侵蚀）、P8（中等侵蚀）和 P10（强侵蚀）。同时，还应采用第 9.7.3 条所列的工程措施。

混凝土外露面的边缘、棱角、沟槽均应呈圆弧形。

9.7.5 特细砂不得用于配制耐腐蚀混凝土。

9.7.6 耐腐蚀混凝土使用的外加剂和掺合料应具有抗腐蚀性能。

9.7.7 耐腐蚀混凝土必须采用机械搅拌和机械振捣。

9.7.8 当混凝土坍落度有明显变异时，应及时分析，并调整施工配合比。

9.7.9 耐腐蚀混凝土施工缝、变形缝和防护层均应符合设计要求。

主 控 项 目

9.7.10 耐腐蚀混凝土所用的水泥的矿物成分应符合下列规定：

1 普通硅酸盐水泥：

$3CaO \cdot Al_2O_3$ 应小于 8%。

2 普通抗硫酸盐水泥：

$3CaO \cdot Al_2O_3$ 应小于 5%；

$3CaO \cdot SiO_2$ 不大于 50%；

$4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3 + 3CaO \cdot Al_2O_3$ 不大于 22%。

3 高级抗硫酸盐水泥：

$3CaO \cdot Al_2O_3$ 应小于 2.5%；

$3CaO \cdot SiO_2$ 不大于 50%；

$4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3 + 3CaO \cdot Al_2O_3$ 不大于 22%。

检验数量：施工单位开工前抽查一次；监理单位全部检查。

检验方法：施工单位进行水泥化学分析；监理单位检查水泥化验单。

9.7.11 耐腐蚀混凝土所用的粗骨料，除应符合本标准第 6.2.3 条的规定外，尚应符合下列规定：

1 粗骨料不得受当地腐蚀介质污染。

2 粗骨料的技术要求应符合本标准附录 C 对 C30 及以上混凝土的规定，其坚固性指标不得大于 8%；最大粒径不得大于 40 mm。

检验数量和检验方法：同本标准第 6.2.3 条的规定。

9.7.12 环境水的性质，施工单位应抽样检验，其化学定量分析应按表 9.7.12 所列的环境水测定项目及测定方法进行。当发现与设计有较大出入时，应由设计单位做出处理。

表 9.7.12 环境水测定项目及测定方法

序号	测 定 项 目	测 定 方 法
1	pH 值(氢离子浓度)	按现行 GB8538.7 规定
2	游离二氧化碳(CO_2)含量	按现行 GB8538.48 规定
3	重碳酸根(HCO_3^-)离子含量，当 pH 值＞9 时，应测定碳酸根离子(CO_3^{2-})含量	按现行 GB8538.44 规定
4	氯离子(Cl^-)含量	按现行 GB8538.37 规定
5	钙离子(Ca^{2+})含量	按现行 GB8538.13 规定
6	镁离子(Mg^{2+})含量	按现行 GB8538.14 规定
7	硫酸根离子(SO_4^{2-})含量	按现行 GB8538.45 规定
8	钠(Na^+)、钾(K^+)离子含量	按现行 GB8538.12 规定
9	溶解固体(溶解盐或蒸发残渣)或矿化度	按现行 GB8538.8 规定
10	腐殖土、淤泥中有机物含量	就地封存土样、在室内用重铬酸钾法分析

检验数量：施工单位在开工前及施工过程中各抽查一次；监理单位全部检查。

检验方法：施工单位进行水质分析试验；监理单位检查水质分析报告。

9.7.13 耐腐蚀混凝土除应按规定留置强度检查试件外，尚应留置抗渗检查试件。

检验数量和检验方法：同本标准第 9.4.7 条的规定。

9.8 高性能混凝土

一 般 规 定

9.8.1 以耐久性作为设计指标，强度等级在 C50 及以上，具有高

工作性、高抗渗性、高耐久性和体积安定性的混凝土，应按设计和高性能混凝土施工技术要求，制订专门的施工技术方案。

9.8.2 **高性能混凝土必须采用强制式搅拌机搅拌。在拌制第一盘混凝土时，为便于搅拌机持浆，应保持水灰比不变，可增加水泥和细骨料用量 10%。**

9.8.3 高性能混凝土长距离运输时宜采用混凝土搅拌车运输。

9.8.4 高性能混凝土浇筑时应振捣密实，宜采用高频振捣器垂直点振。

9.8.5 高性能混凝土在运输和浇筑过程中严禁加水。

9.8.6 高性能混凝土冬期施工时，应制定冬期施工措施，并保证混凝土拌合物入模温度不低于10℃。

主控项目

9.8.7 高性能混凝土所用水泥除应符合本标准第 6.2.1 条的规定外，应采用不低于 42.5 级的普通硅酸盐水泥或硅酸盐水泥。

检验数量和检验方法：同本标准第 6.2.1 条的规定。

9.8.8 高性能混凝土用细骨料除应符合本标准第 6.2.2 条的规定外，尚应选用质地坚硬，级配良好的中、粗河砂，其细度模数应大于 2.6，含泥量应小于 1.5%。配制 C80 以上的超高强度、高性能混凝土时，其含泥量应小于 1.0%。

检验数量和检验方法：同本标准第 6.2.2 条的规定。

9.8.9 高性能混凝土用粗骨料除应符合本标准第 6.2.3 条的规定外，尚应符合下列要求：

1 应选用级配良好的石灰岩、花岗岩、辉绿岩等碎石或卵石。岩石的抗压强度应比所配制的高性能混凝土抗压强度高 50% 以上。

2 宜采用二级配，其最大粒径不宜大于25 mm，针片状颗粒含量应小于 5%，不得混入风化颗粒，含泥量不应大于 0.5%。配制 C80 以上的超高强度混凝土时，粗骨料最大粒径不宜大于 20 mm，含泥量应小于 0.5%。

检验数量和检验方法：同本标准第 6.2.3 条的规定。

9.8.10 高性能混凝土用高效减水剂除应符合本标准第 6.2.4 条的规定外。其与所选用的水泥之间应具有在较低掺量时减水率大于 20%、塌落度经时损失小等良好的适应性。

检验数量和检验方法：同本标准第 6.2.4 条的规定。

9.8.11 高性能混凝土用矿物外加剂，应根据配制高性能混凝土的技术要求选择其品种，并按批对细度、含水率、需水量比、抗压强度比进行检验，其性能指标应符合《高强高性能混凝土用矿物外加剂》(GB/T18736) 的有关规定。

检验数量：同生产厂家、同品种、同批号且连续进场的硅灰及其复合矿物外加剂每30 t为一批，其他矿物外加剂每120 t为一批，当不足上述数量时也按一批计。施工单位每批应抽检一次；监理单位见证取样检测次数为施工单位抽检次数的 20%，但至少一次。

检验方法：施工单位检查产品合格证、出厂检验报告并进行进场试验；监理单位检查全部产品合格证、出厂检验报告和试验报告并进行见证取样检测。

9.8.12 高性能混凝土配合比设计应首先考虑混凝土的耐久性要求，其水胶比［水/(水泥 + 活性超细粉 + 膨胀剂)］应控制在 0.38～0.25 范围内；砂率宜为 28%～34%（当采用泵送工艺时，宜为 34%～44%）；水泥用量不宜大于500 kg/m^3；胶凝材料总量不宜大于600 kg/m^3；活性超细粉等量取代水泥的最大用量应符合下列要求：

磨细矿渣≤70%；粉煤灰≤30%；硅灰≤10%；磨细天然沸石≤10%；复合矿物外加剂≤50%；在有硫酸盐侵蚀条件下，超细矿渣的掺量一般不大于 65%；粉煤灰、沸石粉及偏高岭土复合的活性超细粉掺量一般不大于 30%。

检验数量和检验方法：同本标准第 6.3.1 条的规定。

9.8.13 高性能混凝土使用具有潜在碱—硅酸盐反应活性骨料时，其总碱含量应小于3 kg/m^3；氯离子含量不得大于水泥用量

的0.2%，在潮湿环境或有侵蚀性离子条件下，氯离子含量不得大于水泥用量的0.1%，预应力混凝土氯离子含量不得大于水泥用量的0.06%。

检验数量：施工单位在高性能混凝土施工前和原材料变化时各进行一次总碱含量计算；监理单位全部检查。

检验方法：施工单位计算；监理单位检查计算单。

9.8.14 高性能混凝土浇筑完毕后，应立即用塑料布或草帘子覆盖，并在混凝土终凝后立即进行洒水养护。养护期不应少于14 d。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察。

9.9 纤维混凝土

一 般 规 定

9.9.1 纤维混凝土施工应根据所使用纤维的种类、掺量以及产品外形选用适宜的生产工艺，并制订专门的施工技术方案。

9.9.2 纤维混凝土搅拌宜采用预拌法。投料顺序宜为先将粗骨料、细骨料和纤维一起搅拌，使原状纤维分布均匀后，再加入水泥和水继续搅拌，搅拌时间不应少于3 min。

主 控 项 目

9.9.3 纤维混凝土所用纤维的种类、规格、质量应符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察，检查出厂合格证和试验报告。

9.9.4 纤维混凝土配合比中的纤维体积比掺量应符合设计要求。

检验数量和检验方法：同本标准第6.3.1条的规定。

附录 A　钢筋接头技术要求和外观质量

A.0.1　钢筋绑扎接头技术要求：

1　受拉区内的光圆钢筋末端应作成彼此相对的 180°弯钩，带肋钢筋应作成彼此相对的 90°弯钩。绑扎接头的搭接长度（由两钩端部切线算起）应符合表 A.0.1 的规定。

表 A.0.1　钢筋绑扎接头的最小搭接长度

序　号	钢筋类别	受拉区	受压区
1	光圆钢筋	$30d$ + 半圆形弯钩	$30d$
2	带肋钢筋	$35d$ + 直角形弯钩	$25d$

注：1　d 为钢筋直径。

2　绑扎接头的搭接长度除应符合本表规定外，且在受拉区不得小于 300 mm，在受压区不得小于200 mm。

2　受压区光圆钢筋的末端，可不作弯钩，但钢筋搭接长度不得小于 $30d$。

A.0.2　钢筋电弧焊和闪光对焊接头技术要求：

1　钢筋电弧焊和闪光对焊接头类型应符合表 A.0.2—1 的规定。

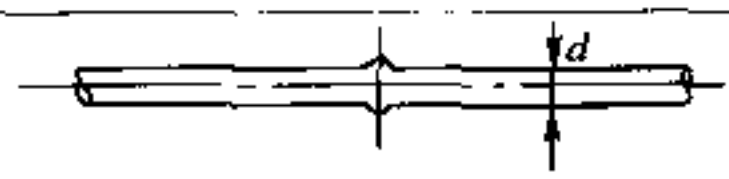
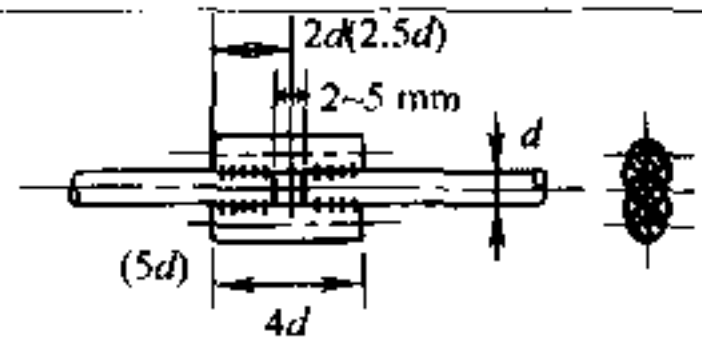
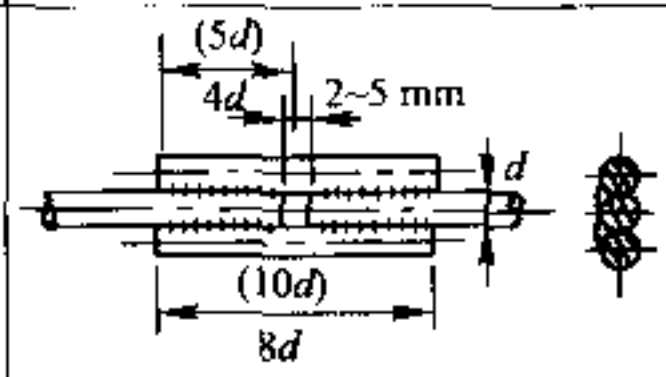
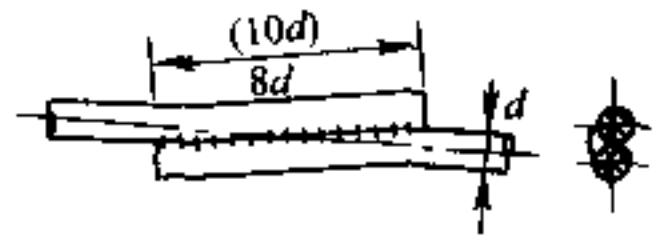
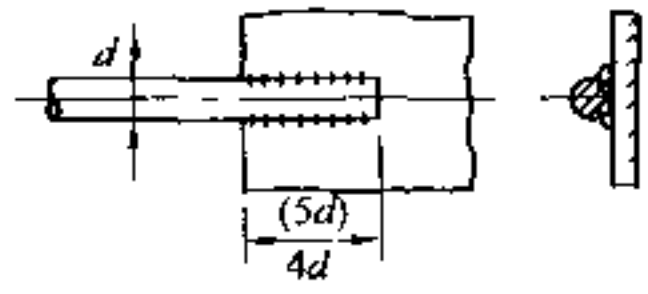
2　钢筋电弧焊接头外观质量应符合下列要求：

1）搭接接头的长度、帮条的长度和焊缝的总长度应符合表 A.0.2—2 的规定。

2）钢筋搭接接头的搭接部位应预弯，搭接钢筋的轴线应位于同一直线上。

3）帮条电弧焊的帮条，宜采用与被焊钢筋同级别、同直径的钢筋；当采用同级别不同直径的钢筋作帮条，且被焊钢筋与帮条钢筋均为Ⅰ级钢筋时，两帮条钢筋的直径应大于或等于被焊钢筋的$0.8d$，当被焊钢筋与帮条钢筋为Ⅱ、Ⅲ级钢筋时，两帮条钢筋的直径应大于或等于$0.9d$。

表 A.0.2—1　钢筋电弧焊和闪光对焊接头类型

序号	接头类型	接头简图	适用范围	
			钢筋类别	钢筋直径（mm）
1	闪光对焊		Ⅰ～Ⅲ级钢筋 Ⅵ级钢筋	10～40 10～25
2	双面焊缝帮条焊		Ⅰ～Ⅲ级钢筋	10～40
3	单面焊缝帮条焊		Ⅰ～Ⅱ级钢筋	10～40
4	双面焊缝搭接焊		Ⅰ～Ⅱ级钢筋	10～40
5	单面焊缝搭接焊		Ⅰ～Ⅱ级钢筋	10～40
6	钢筋与钢板搭接焊		Ⅰ～Ⅱ级钢筋	10～40

注：1　在无条件进行序号 2、4 的双面焊缝电弧焊时，可采用序号 3、5 的单面焊缝电弧焊；

2　表中的帮条或搭接长度值，不带括号的数字适用于Ⅰ级钢筋，括号中的数字适用于Ⅱ、Ⅲ级钢筋；

3　采用序号 2～5 的电弧焊时，焊缝长度不应小于帮条或搭接长度，焊缝高度 h 及焊缝宽度 b 应按图 A.0.2—1 测量；当采用序号 6 焊接时，h 及 b 应按图 A.0.2—2 测量。

帮条和被焊钢筋的轴线应在同一平面上。

4）焊缝高度 h 应等于或大于 $0.3d$，并不得小于4 mm，焊缝宽度 b 应等于或大于 $0.7d$，并不得小于8 mm（图 A.0.2—1）。

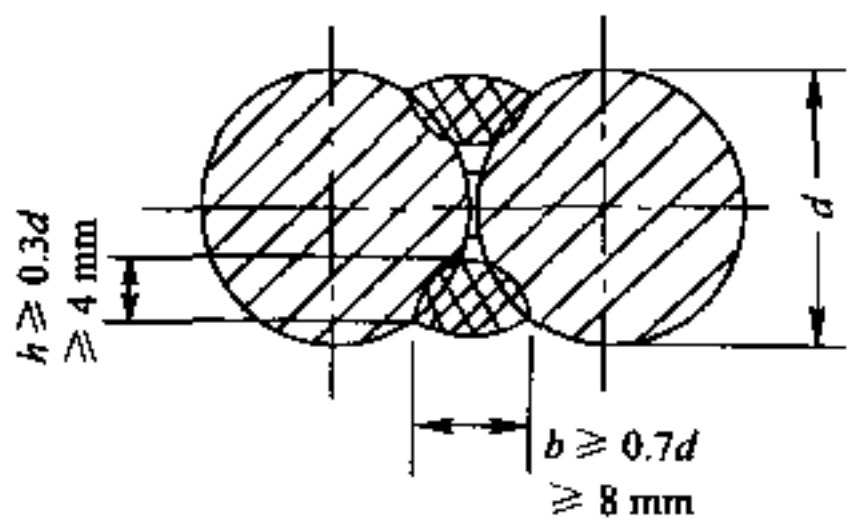


图 A.0.2—1　钢筋搭接、帮条焊接的焊缝

5）钢筋与钢板进行搭接焊时，搭接长度应大于或等于钢筋直径的 4 倍（Ⅰ级钢筋）或 5 倍（Ⅱ级钢筋）。

焊缝高度 h 应等于或大于 $0.35d$，并不得小于4 mm，焊缝宽度 b 应等于或大于 $0.5d$，并不得小于6 mm（图 A.0.2—2）。

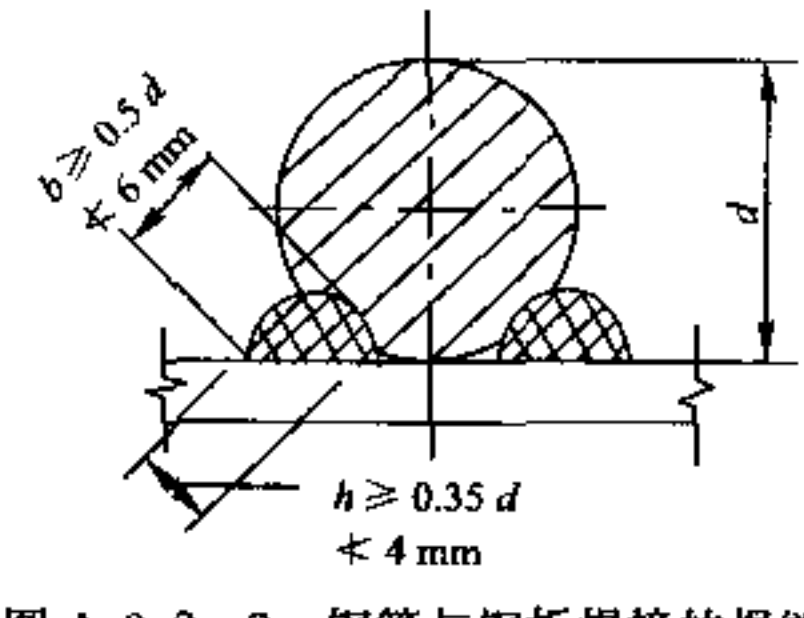


图 A.0.2—2　钢筋与钢板焊接的焊缝

3　钢筋闪光对焊接头的外观质量应符合下列要求：

1）接头周缘应有适当的镦粗部分，并呈均匀的毛刺外形。

2）钢筋表面不应有明显的烧伤或裂纹。

3）接头弯折的角度不得大于 4°。

4）接头轴线的偏移不得大于 $0.1d$，并不得大于2 mm。

4　钢筋电弧焊和闪光对焊接头允许偏差应符合表 A.0.2—2 的规定：

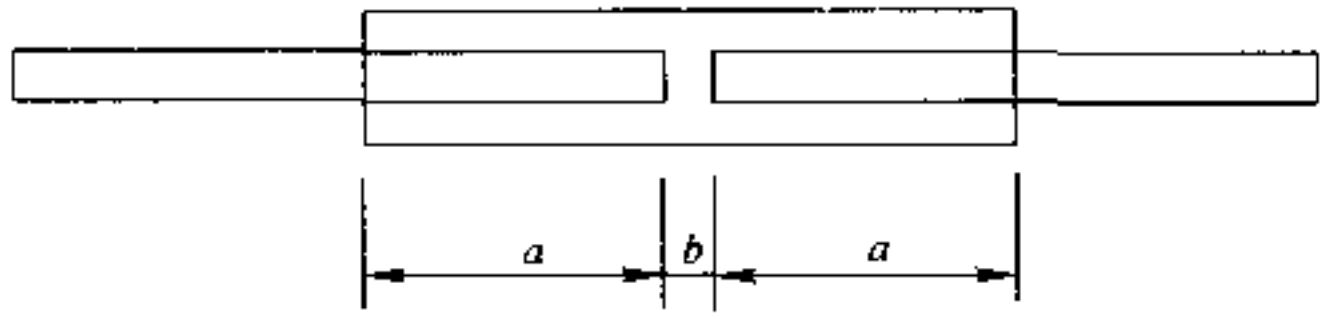
表 A.0.2—2　钢筋电弧焊和闪光对焊接头允许偏差

序号	类　别	项　　目		允 许 偏 差
1	电弧焊接头	(1) 帮条焊接头钢筋轴线的纵向偏移		$0.5d$
		(2) 搭接焊接头钢筋轴线	①弯折角	4°
			②偏移	$0.1d$，且不大于 3mm
		(3) 焊缝高度		$+0.05d \sim 0$
		(4) 焊缝宽度		$+0.1d \sim 0$
		(5) 焊缝长度		$-0.5d$
		(6) 咬肉深度		$0.05d$，且不大于 0.5mm
		(7) 在 $2d$ 长的焊缝表面上，焊缝的气孔及夹渣	数量	2 个
			面积	$6mm^2$
2	闪光对焊接头	(1) 接头处钢筋轴线	①弯折角	4°
			②偏移	$0.1d$，且不大于 2mm
		(2) 接头表面裂纹		不允许

注：d 为钢筋直径，单位为 mm。

A.0.3　钢筋冷挤压套筒连接接头的技术要求：

1　钢筋冷挤压套筒连接接头连接长度应符合图 A.0.3 的要求：



a—待接钢筋端部伸进套筒内的长度，经试验确定；
b—两根待接钢筋在套筒内的间距，一般为 4～6mm。

图 A.0.3　冷挤压套筒连接简图

2　钢筋冷挤压套筒连接接头的外观质量应符合下列要求：

1）挤压后套筒长度应为原套筒长度的 1.10～1.15 倍，或

压痕处套筒的外径波动范围为原套筒外径的0.8～0.9倍；

2）挤压接头的压痕道数应符合试验确定的道数；

3）接头处弯折不得大于4°；

4）挤压后的套筒不得有肉眼可见的裂缝。

附录 B　混凝土用细骨料其他指标

B.0.1　天然砂中有害物质含量应符合表 B.0.1 的规定。

表 B.0.1　天然砂中有害物质含量

序号	项目 \ 混凝土强度等级	<C30	C30～C50	>C50
1	含泥量（按质量计，%）	≤5.0	≤3.0	<2.0
2	泥块含量（按质量计，%）	<1.0	<0.5	<0.5
3	硫化物及硫酸盐含量（折算成 SO_3，按质量计，%）	<1.0	<1.0	<0.5
4	云母含量（按质量计，%）	≤1.0	≤1.0	<0.5
5	轻物质（比重小于 2，如煤、贝壳等）含量（按质量计，%）	≤1.0	≤1.0	≤1.0
6	有机物含量（用比色法试验）	颜色不应深于标准色。当深于标准色，则应按水泥胶砂强度检验方法进行强度对比试验，抗压强度比不应小于 0.95		

注：1　泥系指天然砂中粒径小于75 μm的颗粒；
2　泥块系指砂中原粒径大于1.18 mm，经水浸洗、手捏后小于600 μm的颗粒；
3　对有抗冻、抗渗或其他特殊要求的混凝土用砂，含泥量不应大于 3%；
4　当砂中发现有颗粒状的硫酸盐或硫化物杂质时，应进行专门检验，仅在确认满足混凝土耐久性要求时，方可使用。

B.0.2　当采用海砂拌制混凝土时，钢筋混凝土中海砂的氯离子含量不得大于 0.06%（以干砂质量的百分率计，下同）。

预应力混凝土不宜用海砂。当必须使用海砂时，必须经淡水冲洗，其氯离子含量不得大于 0.02%。

B.0.3　采用山砂拌制强度等级低于 C30 的混凝土时，其压碎指标值不得大于 35%，级配应控制在Ⅰ、Ⅱ区内。

B.0.4　不应采用砂岩轧制机制砂。当采用机制砂、混合砂拌制强度等级低于 C30 的混凝土时，其颗粒级配在Ⅰ、Ⅱ区中

150 μm筛孔的累计筛余可酌情放宽5%～10%，有害物质含量应符合表B.0.4的规定。

表B.0.4　机制砂、混合砂有害物质含量

序号	项目 \ 混凝土强度等级		＜C30
1	石粉含量（小于75 μm颗粒，按质量计，%）	MB＜1.40	≤10
		MB≥1.40	≤5.0
2	泥块含量（按质量计，%）		≤0.5
3	硫化物和硫酸盐含量（折算为SO_3按质量计，%）		≤1.0
4	云母含量（按质量计，%）		≤1.0
5	坚固性指标（用硫酸钠饱和溶液法检验，经5次循环后质量损失率，%）		≤8
6	压碎指标值（按质量计，%）		＜25
7	有机物含量（用比色法试验）		颜色不应深于标准色，当深于标准色时，则应按水泥胶砂强度检验方法进行强度对比试验，抗压强度比不应小于0.95

注：1　本表适应于白云石、石灰岩、花岗岩和玄武岩经爆破、机械扎制的机制砂；

2　当混凝土强度等级等于或大于C30需使用机制砂时，应经过试验，确认符合质量要求时方可使用；

3　混合砂系指由机制砂和天然砂混合制成的砂。

B.0.5　拌制混凝土用细骨料的碱活性指标应符合设计要求。新选原料产地、同产地更换矿山以及连续使用同一产地达两年或实际需要时，应进行碱活性检验。检验方法应符合《铁路混凝土用骨料碱活性试验方法　砂浆棒法》(TB/T 2922.3)、《铁路混凝土用骨料碱活性试验方法　岩石柱法》(TB/T 2922.4)以及《铁路混凝土用骨料碱活性试验方法　快速砂浆棒法》(TB/T 2922.5)的有关规定。

附录 C　混凝土用粗骨料指标

C.0.1　粗骨料的颗粒级配范围应符合表 C.0.1 的规定。

表 C.0.1　粗骨料的颗粒级配范围

级配情况	累计筛余（%） 筛孔尺寸（方孔筛，mm） 公称粒径（mm）	2.36	4.75	9.5	16.0	19.0	26.5	31.5	37.5	53.0	63.0	75.0	90
连续粒级	5～9.5	95～100	80～100	0～15	0	—	—	—	—	—	—	—	—
	5～16	95～100	85～100	30～60	0～10	0	—	—	—	—	—	—	—
	5～19	95～100	90～100	40～80	—	0～10	0	—	—	—	—	—	—
	5～26.5	95～100	90～100	—	30～70	—	0～5	0	—	—	—	—	—
	5～31.5	95～100	90～100	70～90	—	15～45	—	0～5	0	—	—	—	—
	5～37.5	95～100	95～100	70～90	—	30～65	—	—	0～5	0	—	—	—
	5～63	95～100	95～100	85～95	60～80	45～70	—	30～40	15～20	—	0～5	0	—
	5～75	95～100	95～100	80～95	—	60～80	—	—	30～60	—	15～20	0～5	0
单粒级	9.5～19	—	95～100	85～100	—	0～15	0	—	—	—	—	—	—
	16～31.5	—	95～100	—	85～100	—	—	0～10	0	—	—	—	—
	19～37.5	—	—	95～100	—	80～100	—	—	0～10	0	—	—	—
	31.5～63	—	—	—	95～100	—	—	75～100	45～75	—	0～10	0	—
	37.5～75	—	—	—	—	95～100	—	—	70～100	—	30～60	0～10	0

注：1　累计筛余按质量计（%）；

2　粒径的上限为该粒级的最大粒径。

C.0.2 粗骨料的强度可用岩石的抗压强度（岩石试件尺寸为50 mm×50 mm×50 mm的立方体或直径与高度均为50 mm的圆柱体）或压碎指标值表示；岩石的抗压强度与混凝土强度等级之比不小于1.5，粗骨料的压碎指标值应符合表C.0.2的规定。

表C.0.2 粗骨料压碎指标值

混凝土强度等级	≥C30			<C30		
压碎指标值（按质量损失计，%） 岩石种类 / 粗骨料种类	沉积岩	深成岩变质岩	喷出岩	沉积岩	深成岩变质岩	喷出岩
碎石	≤10	≤12	≤13	≤16	≤20	≤30
卵石	≤12			≤16		

注：沉积岩包括石灰岩、砂岩等；深成岩包括花岗岩、正长岩、橄榄岩等；变质岩包括片麻岩、石英岩；喷出岩包括玄武岩和辉绿岩等。

C.0.3 粗骨料的坚固性指标应符合表C.0.3的规定。

表C.0.3 粗骨料坚固性指标

经5次循环后质量损失（%） 结构或构件类型 / 混凝土所处的环境条件	混凝土结构	预应力混凝土结构
最冷月平均气温低于0℃的地区，并经常处于潮湿或干湿交替状态下的混凝土	≤8	≤5
其他条件下使用的混凝土	≤12	≤8

注：1 当粗骨料未达到本表规定的坚固性指标，但在混凝土试验中具有足够的抗冻性时，可根据情况接纳采用；

2 粗骨料吸水率小于0.5%时，可不做坚固性试验；

3 有腐蚀性介质作用或经常处于水位变化区的地下结构，或有抗疲劳、抗磨、抗冲击等要求的混凝土所用的粗骨料，其坚固性指标不应大于8%。

C.0.4 粗骨料中有害物质含量应符合表C.0.4的规定。

C.0.5 拌制混凝土用粗骨料的碱活性指标及检验应符合本标准B.0.5条的规定。

表 C.0.4　粗骨料中的有害物质含量

项　目 \ 混凝土强度等级	≥C30	<C30
针、片状颗粒总含量（按质量计，%）	≤12	≤25
含泥量（按质量计，%）	≤1.0	≤2.0
泥块含量（按质量计，%）	≤0.25	
硫化物及硫酸盐含量（折算成 SO_3，按质量计，%）	≤1.0	≤1.0
氯化物（以 NaCl 计，%）	0.03	—
卵石中有机质含量（用比色法试验）	颜色不应深于标准色。当深于标准色时，应配制成混凝土进行强度对比试验，抗压强度比不应小于 0.95	

注：1　有抗渗、抗冻或其他特殊要求的混凝土所用的粗骨料，应符合表中≥C30 混凝土技术要求；

2　当粗骨料中发现有颗粒状硫酸盐或硫化物杂质时，应进行专门检验，在确认能满足耐久性要求时可使用；

3　凡颗粒长度大于该颗粒所属相应粒级的平均粒径 2.4 倍者为针状颗粒；厚度小于平均粒径 0.4 倍者为片状颗粒。平均粒径指该粒级上、下限粒径的平均值。

附录 D　砌体工程所用石料的类别、规格和质量要求

D.0.1　砌体工程所用石料的类别、规格和质量要求应符合表 D.0.1 的规定。

表 D.0.1　砌体工程所用石料的类别、规格和质量要求

序号	类　别	形　状	规格和质量要求
1	普通片石	形状不规则	石块中部厚度不小于15cm
2	镶面片石	形状不规则	有两个大致平行面，厚度不小于15cm，其他尺寸大于厚度
3	块　石	形状规则大致方正	稍加修整，厚度不得小于20cm，长度及宽度不小于厚度
4	镶面块石	形状规则大致方正	外露面稍加修凿，凹入深度不大于2cm，尺寸同块石。外露面向内修凿的进深不小于7cm，但尾部的宽度和厚度不大于修凿的部分。丁石的长度不小于顺石宽度的1.5倍
5	粗 料 石	形状规则的六面体	经粗加工，表面不允许凸出，凹入深度不大于2cm，厚度不小于20cm，宽度不小于厚度，长度不小于厚度1.5倍。外露面向内修凿进深不得小于10cm，且修凿面应与外露面垂直，每10cm应凿切4～5条纹。丁石的长度应比相邻顺石宽度大15cm
6	细 料 石	形状规则的六面体，或按设计要求	经细加工，表面不允许凸出，凹入深度不大于1cm，尺寸同粗料石

附录 E　砂浆配合比设计、试件制作、养护及抗压强度取值

E.0.1　砂浆配合比设计应符合下列规定：

1　砂浆的配制强度，可按下式确定：

$$f_{m,0} = f_2 + 0.645\sigma \qquad \text{(E.0.1—1)}$$

式中　$f_{m,0}$——砂浆的配制强度（MPa），精确到0.1 MPa；

f_2——砂浆设计强度等级值（MPa）；

σ——砂浆现场强度标准差（MPa），精确至0.01 MPa。

2　砂浆现场强度标准差应按下式确定：

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} f_{mi}^2 - N\mu_{fm}^2}{N-1}} \qquad \text{(E.0.1—2)}$$

式中　f_{mi}——统计周期内同一品种砂浆第 i 组试件的强度（MPa），精确至0.1 MPa；

μ_{fm}——统计周期内同一品种砂浆 N 组试件强度的平均值（MPa），精确至0.1 MPa；

N——统计周期内同一品种砂浆试件的总组数，$N \geqslant 25$。

当不具有近期统计资料时，其砂浆现场强度标准差 σ 可按表 E.0.1—1 取用。

表 E.0.1—1　砂浆强度标准差 σ 选用值

σ 值（MPa）　砂浆强度等级 / 施工水平	M5.0	M7.5	M10.0	M15.0
优良	1.00	1.50	2.00	3.00
一般	1.25	1.88	2.50	3.75
较差	1.50	2.25	3.00	4.50

3　砂浆的水灰比应按下式计算：

$$\frac{W}{C}=\frac{0.71f_{ce}}{f_{m,0}+0.71\times0.91f_{ce}} \qquad \text{(E.0.1—3)}$$

式中　$\frac{W}{C}$——砂浆的水灰比；

0.71,0.91——回归系数；

f_{ce}——水泥28 d抗压强度实测值（MPa），精确到0.1 MPa。

当无水泥实测强度数据时，f_{ce}值可按下式确定：

$$f_{ce}=\gamma_c f_{ce,k} \qquad \text{(E.0.1—4)}$$

式中　γ_c——水泥强度等级28 d抗压强度标准值的富余系数，该值应按实际统计资料确定，无统计资料时 γ_c 取 1.0；

$f_{ce,k}$——水泥28 d抗压强度标准值（MPa）。

4　砂浆的用水量可按表 E.0.1—2 选用。

表 E.0.1—2　砂浆用水量（kg/m^3）

下沉度(mm) \ 砂规格	粗　砂	中　砂	细　砂
10～20	200～210	210～230	220～240

5　砂浆的水泥用量可按下式计算：

$$m_c=\frac{m_w}{W/C} \qquad \text{(E.0.1—5)}$$

式中　m_c——砂浆的水泥用量(kg/m^3)；

m_w——砂浆的用水量(kg/m^3)。

6　砂浆的砂用量，采用重量法确定时，应按下式计算：

$$m_s=m_{mp}-m_w-m_c \qquad \text{(E.0.1—6)}$$

式中　m_s——砂浆的砂用量(kg/m^3)；

m_{mp}——砂浆拌合物假定重量，其值可取1 950～2 100 kg/m^3。

7　砂浆配合比的试配、调整与确定：

1)砂浆试配时，应采用工程中使用的材料，按计算配合比进行试拌，测定其拌合物的稠度；当不能满足要求时，

应在保证水灰比不变的条件下相应调整用水量或砂用量，直至符合要求为止。然后提出砂浆基准配合比。

2）砂浆试配时至少采用3个不同的配合比。其中1个为按前述方法得出的基准配合比，另外2个的水灰比，宜较基准配合比分别增加或减少0.05，其用水量与基准配合比基本相同。

3）当不同水灰比的砂浆拌合物稠度与要求值相差超过允许偏差时，可以增、减用水量进行调整。

4）3个不同配合比经调整后，每种配合比至少制作1组（6块）试件，经标准养护至28 d试压，并选定符合强度要求且水泥用量较少的砂浆配合比为确定的砂浆配合比。

E.0.2 砂浆试件的制作应符合下列规定：

1 每组试件应为6块，将拌好的砂浆分2层（每层厚度约为40 mm）装入涂过矿物油的有底试模内，试模尺寸应为：70.7 mm×70.7 mm×70.7 mm。

2 用捣棒（直径20 mm，长为200 mm的钢棒，其底部加工成平面，质量为493 g±5 g）对每层砂浆沿螺旋方向均匀插捣25次。第二层插捣完毕后，可用抹刀沿模壁插数次，使砂浆高出试模顶面6～8 mm；

3 砂浆试件成型后0.5～1 h，再用抹刀刮掉多余砂浆，并抹平表面。

E.0.3 砂浆试件的养护应符合下列规定：

1 试件表面抹平后应予覆盖，并在（20±5)℃条件下静养(24±1) h脱模。

2 脱模后，试件应即送入养护室养护。养护室内的温度为(20±3)℃，相对湿度90%以上。养护到规定龄期后，取出进行抗压强度试验。

E.0.4 试件的试压及抗压强度取值应符合下列规定：

1 试件取出后，应及时进行试压。加压方向应垂直于捣实

方向。

试件与压力机接触面应洁净无砂粒，加荷速度应为0.3 MPa/s。

2 砂浆的抗压强度应按下式计算：

$$f_m = \frac{F}{A} \tag{E.0.4}$$

式中 f_m——砂浆抗压强度（MPa），精确到0.1 MPa；

F——破坏总荷载（N）；

A——试件承压面积（mm^2）；

取每组6块试件的试验结果的算术平均值作为测定值。当6块试件中的最大值或最小值与平均值的差大于20%时，以中间的4块试件的试验结果的平均值作为该组试件的抗压强度值。当一组试件经剔除后不足4个测试值时，则该组试验结果无效。

附录 F　环境水对混凝土侵蚀性的判定及防护措施

F.0.1　环境水对混凝土侵蚀类型及侵蚀程度的判定按表 F.0.1 执行。

表 F.0.1　环境水对混凝土侵蚀类型及侵蚀程度的判定

序号	侵蚀类型	环境条件特征		判定项目	侵蚀程度		
		地质条件	水质 pH 值		弱侵蚀	中等侵蚀	强侵蚀
1	硫酸盐侵蚀	石膏地层	7.0～8.0	SO_4^{2-} (mg/L)	500～1000	1000～2000	>2000
		含盐地层	7.5～9.0		1000～2000	2001～4000	>4000
2	镁盐侵蚀	含镁盐渍土、盐湖、盐田、海水	6.0～10.0	Mg^{2+} (mg/L)	1000～3000	3001～7500	>7500
3	盐类结晶侵蚀	干旱地区盐渍土、碱土、滨海平原盐渍土	6.0～12.0	溶解盐类 (g/L)	10～15	16～30	>30
4	硫酸型酸性侵蚀	煤系地层、黑色岩层、有色金属矿田、矿脉	1.5～6.5	pH 值	6.5～6.1	6.0～5.0	≤5.0
				SO_4^{2-} (mg/L)	≤250	251～1000	>1000
5	溶出型侵蚀（含碳酸型侵蚀）	富含有机质的淤泥和土壤，低矿化度河水和地下水	5.0～6.5	pH 值	6.5～6.1	6.0～5.0	—
				HCO_3^- (mmol/L)	1.5～0.7	<0.7	—

F.0.2　混凝土受硫酸盐、盐类结晶或溶出型侵蚀的防护措施按表 F.0.2 办理。

表 F.0.2　混凝土受硫酸盐、盐类结晶或溶出型侵蚀的防护措施

侵蚀程度	宜用的水泥品种及掺合料	最大水胶比	最小水泥用量（kg/m^3）	抗渗等级
弱侵蚀	普通硅酸盐水泥（$C_3A<8\%$），并采取下列措施之一： ①掺不小于 20% 的粒化高炉矿渣粉 ②掺不小于 20% 的粉煤灰 ③掺不小于 5% 的硅灰 ④掺防腐蚀外加剂 矿渣硅酸盐水泥 粉煤灰硅酸盐水泥	0.50	300	≥P6
	普通抗硫酸盐水泥（$C_3A<5\%$）	0.55	300	
中等侵蚀	普通硅酸盐水泥（$C_3A<8\%$），并采取下列措施之一： ①掺不小于 20% 的粒化高炉矿渣粉 ②掺不小于 20% 的粉煤灰 ③掺不小于 5% 的硅灰 ④掺防腐蚀外加剂 矿渣硅酸盐水泥 粉煤灰硅酸盐水泥	0.45	330	≥P8
	普通抗硫酸盐水泥（$C_3A<5\%$）	0.50	300	
	高级抗硫酸盐水泥（$C_3A<2.5\%$）	0.55	300	
强侵蚀	普通抗硫酸盐水泥（$C_3A<5\%$）	0.40	360	≥P10
	高级抗硫酸盐水泥（$C_3A<2.5\%$）	0.45	330	

注：1　溶出型侵蚀类型不宜使用抗硫酸盐水泥；
2　当最大水胶比小于或等于 0.50 时，均应掺减水剂。如不掺用，则水泥用量应比表列数量增加 10%；当水胶比大于 0.50，且无抗冻性要求而掺外加剂（减水剂或引气剂）时，水泥用量可减少 10%；
3　当具有高水头压力又有耐腐蚀要求时，不宜选用矿渣硅酸盐水泥；
4　本表普通硅酸盐水泥的最小水泥用量中含掺合料。

本标准用词说明

执行本标准条文时，对于要求严格程度的用词说明如下，以便在执行中区别对待。

(1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“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用词：

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用词：

正面词采用“宜”；

反面词采用“不宜”。

表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

《铁路混凝土与砌体工程施工质量验收标准》
条文说明

本条文说明系对重点条文的编写依据、存在的问题以及执行中应注意的事项等予以说明。为了减少篇幅，只列条文号，未抄录原条文。

1.0.1 本标准的编制目的是为了加强和统一铁路混凝土与砌体工程施工质量的验收。本标准对通用性内容做出了规定，需与相关专业施工质量验收标准配套使用。相关专业施工质量验收标准中有特殊质量要求的项目，应按相关专业施工质量验收标准执行。

本标准是政府部门、专门质量机构、建设单位、监理单位、勘察设计单位和施工单位对工程施工阶段的质量进行监督、管理和控制的主要依据。

由于施工阶段的质量控制是工程整体质量控制的关键环节，工程整体质量在很大程度上取决于施工阶段的质量控制，所以本标准根据铁路混凝土与砌体工程的质量特性，规定了建设活动各方对工程施工质量控制的方法、程序、职责以及质量指标，以保证工程质量。

1.0.2 本标准适用于新建、改建标准轨距铁路。在标准体系中，本标准是铁路混凝土与砌体工程施工质量验收的通用标准，本标准制订时没能纳入的新技术、新工艺、新设备、新材料等，应该在本标准的基础上制订补充规定。

1.0.3 《建设工程质量管理条例》分别规定了建设单位、勘察设计单位、监理单位和施工单位的法定质量职责和义务。本标准

根据铁路混凝土与砌体工程的特点，对建设各方在施工阶段的质量职责具体细化，均做出了明确规定，改变了几十年来一贯沿用的工程施工质量仅由施工单位一方负责的传统模式，促使各方共同保证工程质量的合格。

1.0.4 铁路工程施工点多线长、施工期较长，原材料开采与存放、污水（物）排放、施工噪声等对生态环境的影响很大。施工单位应在施工前制订有效的环保方案，施工期内最大限度地减少对环境的影响，施工结束后给予必要的恢复，切实做好环境保护和水土保持工作，保证国民经济的可持续发展。设计有要求的更应该全面按设计文件办理。

1.0.5 铁路工程施工质量检验检测工作，是工程质量管理的重要组成部分，也是工程质量控制的重要手段。客观、准确的检验检测数据，是评价工程质量的科学依据。判定工程施工质量合格与否，要体现质量数据说话的原则。其基础是质量数据必须真实可靠，并且能够代表工程施工质量情况。这就要求检验检测所用的仪器、方法和抽样方案必须符合相关标准或技术条件的规定，方法统一，数据才有可比性。另外，随着工程检测技术的发展，一些成熟可靠的新方法、新仪器不断出现，尤其是对工程实体质量的检测，使用新技术后，能减少检测工作量，提高检测精度，应该积极采用。但采用这些新技术应经过必要程序的鉴定。

1.0.6 本标准中规定的质量指标是合格标准。合格标准也就是控制施工质量的最低标准。达不到本标准所规定的质量要求的工程，其结构安全和使用功能就不能得到有效保证和满足，就是不合格的工程。所以本标准要求施工所采用的承包合同文件和其他工程技术文件等，对施工质量的要求不能低于本标准中的规定。

1.0.7 铁路工程施工过程中的环节多、影响工程质量的因素多，所以采用的标准规范就会很多。既有技术标准又有管理标准、既有国家标准又有行业标准、甚至还有国际标准和国外标准，本标准难以……详列。一般情况下可根据工程实际情况，确定各种标准规范的采用与否。但是对于施工过程涉及的现行国家和铁道行

业标准中有强制性执行要求的标准或标准条文则必须贯彻执行。

3.1.1 工程施工质量要体现过程控制的原则。施工现场应配齐相应的施工技术标准，包括国家标准、行业标准和企业标准；施工单位要有健全的质量管理体系，要建立必要的施工质量检验制度；施工准备工作要全面、到位。

混凝土集中搅拌、统一供应是保证工程质量的有效措施，应积极推广采用。混凝土集中搅拌站投产前，监理单位（未委托监理的项目为建设单位，下同）要对施工单位所做的施工准备工作进行全面检查。经核查确认后，方可投产。

3.1.2 工程施工质量控制的要点是两个方面：一是对原材料、构配件质量的进场验收，二是对各工序操作质量的自检、交接检验。

（1）对原材料、构配件的进场验收应分两个层次进行。

现场验收：对原材料、构配件的外观、规格、型号和质量证明文件等进行验收。检验方法为观察检查并配以必要的尺量、检查合格证、厂家（产地）试验报告；检验数量多为全部检查。施工单位和监理单位的检验方法和数量多数情况下相同。未经检验或检验不合格的，不得运进施工现场。

试验检验：凡是涉及结构安全和使用功能的，要进行试验检验。试验检验项目的确定掌握两个原则：一是对工程的结构安全和使用功能确有重要影响，二是大多数单位具备相应的试验条件。施工单位试验检验的批量、抽样数量、质量指标应根据相关产品标准、设计要求或工程特点确定，检验方法符合相关标准或技术条件的规定；监理单位要进行见证取样检测或平行检验。不合格的不得用于工程施工。

（2）对工序操作质量的自检、交接检验。

自检：施工过程中各工序应按施工技术标准进行操作，该工序完成后，对反映该工序质量的控制点进行自检。自检的结果要留有记录。这些结果可以作为施工记录的内容，有的也正好是检验批验收需要的检验数据，要填入检验批质量验收记录表中。

交接检验：一般情况下，一个工序完成后就形成了一个检验批，可以对这个检验批进行验收，而不需要另外进行交接检验。对于不能形成检验批的工序，在其完成后应由其完成方与承接方进行交接检验。特别是不同专业工序之间的交接检验，应经监理工程师检查认可，未经检查或经检查不合格的不得进行下道工序施工。其目的有三个：一是促进前道工序的质量控制；二是促进后道工序对前道工序质量的保护；三是分清质量职责，避免发生纠纷。

3.1.3 作为铁路混凝土与砌体工程施工质量验收的强制性条文，必须严格遵守。

1 本标准是铁路混凝土与砌体工程施工质量验收依据，与相关的专业施工质量验收标准配套使用。

2 按图施工是施工单位的重要原则，勘察设计文件是施工的依据，施工中不得随意改变勘察设计文件。如必须改变时，应按程序由设计单位修改，施工质量也应符合修改后的设计文件要求。

3 参加施工质量验收的各方人员应具有相应的资格。本标准给出了原则性的规定，还应结合工程情况、管理模式等，在保证工程质量、分清责任的前提下具体确定。

4 施工单位是施工质量控制的主体，应对工程施工质量负责，其工程施工质量必须达到本标准的规定。另外，其他各方的验收工作必须在施工单位自行检查合格基础上进行，否则，也是违反标准的行为。

5 施工单位对隐蔽工程在施工完成后应先行检查，符合要求后通知监理单位验收。

6 为了保证对涉及结构安全的试块、试件的代表性和真实性负责，监理单位必须按本标准对各检查项目的规定，进行平行检验或见证取样检测、见证检测。且各检验项目中均有具体规定。涉及结构安全和使用功能的现场检测项目，监理单位应按规定进行见证或平行检验。见证或平行检验的数量各检验项目中也

有具体规定。

7　检验批质量验收是对主控项目和一般项目的检查验收。只要这些项目的质量达到了本标准的规定，就可以判定该检验批合格。标准中的其他要求不在检验批质量验收中涉及。

8　为了保证见证取样检测及结构安全检测结果的可靠性、可比性和公正性，检测单位应具备有关管理部门核定的资质。对于特殊项目的检测，可由建设单位确定检测单位。

3.2.1～3.2.3　混凝土工程划分为：模板及支（拱）架、钢筋、混凝土和预应力四个分项工程。其中混凝土分项工程包括本标准第6章“混凝土”和第9章“特殊混凝土”所列的全部检验项目。砌体工程只划分为一个分项工程。

检验批可按工作班、施工缝或施工段进行划分，一般情况下以施工段、安装段、浇筑段、砌筑段等为主进行划分。具体划分由施工单位和监理单位根据实际情况确定。

3.3.1　检验批质量验收内容包括实物检查和资料检查两部分。本标准对检验批质量验收的要求都是根据这两个方面做出的规定。

3.3.2　检验批质量合格的前提是主控项目和一般项目的质量经抽样检验合格。对于有允许偏差的一般项目抽查点除有专门要求外，规定在允许偏差内的点应达到80%及以上，其余抽查点可以超出允许偏差，但不得超出1.5倍的允许偏差。

3.3.3　分项工程质量验收是对其所含检验批质量的统计汇总。主要是检查核对检验批是否覆盖分项工程范围，不能缺漏。当然，如果检验批质量不合格也就不能进行分项工程质量验收。

3.3.4　工程质量不符合要求的情况，多在检验批质量验收阶段出现，否则会影响相关分项工程质量的验收。

1　对于推倒重做、更换构配件的检验批，应该重新进行验收。当重新抽样检查后，检验项目符合本标准规定的，应判定该检验批合格。

2　个别试块试件的强度不能满足要求的情况，包括试块试

件失去代表性、试块试件缺少、试验报告有缺陷或对试验报告有怀疑等。这种情况下，应由有资质的检测单位进行检验测试，如果测试结果证明该检验批的质量能够达到原设计的要求，则该检验批予以合格验收。

对于其他不合格的现象，因情况复杂，本标准不能给出明确的处理方案。由各方根据具体情况按程序协商处理。

3.4.1、3.4.2 工程施工质量验收的程序和组织反映以下要点：

（1）施工单位自检合格是验收工作的基础。

（2）监理单位应对所有主控项目进行检查，对一般项目可根据施工单位质量控制情况确定检查项目。

（3）参加验收的各方人员应具备相应的资格，主要是能够负质量责任，当发生质量问题时具有可追溯性。

4.1.1 本条是对混凝土和砌体工程施工过程所使用的模板、支架和拱架提出的基本要求，是确保工程质量和施工安全的强制性条文，因此必须严格执行。

4.1.2 本条对支架和拱架的底部提出必须安置于具有足够承载力的基底上，并在一般地基上采取防、排水措施，在冻涨性地基上采取防冻措施，以防支架和拱架沉陷、变形而酿成质量或安全事故。本条按强制性条文严格执行。

4.1.3 模板及支（拱）架不得与脚手架相互联接，以防脚手架受力引起模板和支架变形。

4.1.4 施工单位在浇筑混凝土或砌体砌筑前，应对模板及支（拱）架的平面位置、高程、各部尺寸、支撑强度、稳定性等进行自检和专职质量检查员检查；还规定工序间进行交接检查，以满足浇（砌）筑工序的要求，并应作出施工记录。

4.1.5 混凝土（砌体）浇（砌）筑过程，应设专人对模板及支（拱）架观察维护，以防跑模、变形或坍陷等异常情况发生。当发生异常现象时，应停止施工，查明原因，及时采取补救措施后才准继续施工，并形成记录。

4.1.6 模板及支（拱）架拆除时，必须确保混凝土或砌体达到

规定的强度，以防结构物破损、开裂；拆模过程应按施工组织设计规定的顺序进行，一般按立模顺序逆向次序拆除，严禁抛掷撞击建筑物，以策安全，本条定为强制性条文。

4.2.1 模板及支（拱）架为施工过程使用的材料，并非构成工程的主体，因此对使用材料未作具体规定，但必须符合施工单位编制的施工工艺设计对材质的要求。

4.2.2 模板安装必须联接牢固，稳定不变形；其接缝应平整、严密、不得漏浆，模型内的积水和杂物应清理干净，保证结构表面美观，色调一致；模板与混凝土的接触面必须清理干净并涂刷隔离剂，外露面的隔离剂应采用同一品种，以保证外观整洁和顺利脱模。

4.2.3、4.2.4 规定了模板安装、预埋件和预留孔洞允许偏差的检验数量和方法。鉴于各专业验收标准根据特定的部位另有特殊要求，因此尚应符合相关专业验收标准的特殊规定。

4.3.1、4.3.2 为保证拆模时混凝土表面及棱角不致因拆模被损坏、断裂或因强度不足导致混凝土变形、坍塌，因此对拆模时混凝土应达到的强度按结构类型和不同的跨度作出规定。

拆模时混凝土达到的强度应以同条件养护试件的抗压强度试验为准。

已拆除的模板应及时运离场外，清洗、整修、涂油、分类存放。

5.1.1 根据国家现行标准《钢筋焊接及验收规程》(JGJ 18—96)和《带肋钢筋套筒挤压连接技术规程》(JGJ 108—96）的有关规定，从事焊（连）接的操作人员必须持证上岗，正式焊（连）接前还应在现场条件下，先经试件检验合格后，才能正式生产。

5.1.2 本条强调了钢筋在运输、加工和贮存过程中应加强管理，防止因锈蚀、污染和变形而影响质量和增加整修费用；钢筋还应按品种、规格和检验状态分别挂牌存放，以防无序存放或标识不明用错钢筋。

5.1.3 钢筋安装就位浇筑混凝土前，施工单位对钢筋分项工程

中的品种、规格、数量、位置、连接方式、接头位置、预埋件和保护层厚度等内容进行自检合格后，作出记录并联系监理单位进行钢筋隐蔽工程验收。

5.1.4 施工过程中供应的钢筋品种、级别或规格与设计不符时，施工单位必须办理设计变更文件后方可进行钢筋替换，以满足结构设计的要求。本条为强制性条文，必须严格执行。

5.2.1 钢筋是混凝土结构中的主要组成部分，使用的钢筋是否符合标准，直接影响建筑物的质量和安全，因此钢筋进场时，必须按批抽取试件做力学性能（屈服强度、抗拉强度和伸长率）试验和工艺性能（冷弯）试验。其质量必须符合现行国家标准《钢筋混凝土用热轧光圆钢筋》(GB13013—91）和《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》(GB1499—1998）等标准的规定和设计要求。为强调其重要性，本条规定监理单位每一批应见证取样检测或平行检验。

5.2.2 钢筋进场和使用前，均应对其外观质量进行检验，当发现表面有裂纹、弯折损伤、颗粒状或片状老锈等缺陷必须处理并不得作为受力钢筋。

5.3.1 本条参照现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204—2002）和铁道部现行《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》(TB10002.3—99）的有关规定，对钢筋加工时末端的弯钩形状、弯曲直径、钩端应留的直线段长度和箍筋的加工等分别提出了要求。以保证钢筋的锚固长度和防止在加工过程发生脆裂现象。

5.3.2 本条按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB50204—2002）第5.3.4进行修改，并对桥梁箍筋内净尺寸从严作出规定。

5.4.1、5.4.2 钢筋有多种连接方式，采用哪一种方式，必须符合设计要求，以保证钢筋应力传递及结构受力要求。钢筋接头的技术要求、外观质量和允许偏差以附录形式列入附录A。

当钢筋采用焊接时，其焊接施工及质量检验必须符合国家现

行《钢筋焊接及验收规程》(JGJ 18) 的规定。

根据铁道部建设管理司于 2000 年 11 月主持召开的《大直径 20MnSi 钢筋挤压接头的疲劳特性及设计参数研究》成果评审会议认为，能满足铁路桥梁工程的设计要求；鉴于在铁路桥梁工程中，尚未使用钢筋冷挤压套筒连接技术，为确保安全和逐步积累经验，仅允许“承受静力荷载为主的直径为28 mm～32 mm带肋钢筋采用冷挤压套筒连接”方式，其连接施工及质量检验必须符合国家现行《带肋钢筋套筒挤压连接技术规程》(JGJ 108) 的规定。

鉴于铁路工程大部分受动荷载的影响，焊（连）接接头均以 200 个接头为一个检验批，严于国家现行《钢筋焊接及验收规程》(JGJ 18) 和《带肋钢筋套筒挤压连接技术规程》(JGJ 108) 规定的 300 个和 500 个为一个检验批的规定。

5.4.3 钢筋接头是结构中的薄弱环节，应设置在承受应力较小处，根据现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204—2002)，结合铁道部现行《铁路桥涵钢筋混凝土和预应力混凝土结构设计规范》(TB 10002.3—99)，对焊（连）接接头和绑扎接头的配置、接头避开弯曲点的距离作出了规定。

5.5.1 安装的钢筋品种、级别、规格和数量必须符合设计要求，是关系到结构质量安全的重要问题，必须严格执行。

5.5.2 本条根据现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204—2002)，结合铁路工程的实际，对钢筋安装及其保护层厚度允许偏差作出规定。鉴于钢筋混凝土保护层对结构的承载力和耐久性有显著影响，因此钢筋保护层厚度允许偏差值均从严作了规定。

6.1.1 铁路混凝土是指本验收标准所提到的混凝土，不包括轻型、重型混凝土。

6.1.2 检验评定结果必须符合设计要求，强调了满足设计要求的重要性。

6.1.3 参照国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB

50204—2002)，结合铁路施工的特点，将冬期施工的“昼夜平均气温……”改为“昼夜平均气温连续 3 d……”。

6.1.4 为确保铁路混凝土工程施工质量，应严格控制混凝土用粗、细骨料的品质指标。考虑到粗、细骨料的有些指标不便批批检验，因此提出了选料源检验和按批检验的具体内容。本条为强制性条文，必须严格执行。

6.1.5 对原材料按品种、规格和检验状态分别标识存放，主要是为了避免误用而造成质量事故。

6.1.6 混凝土所使用的原材料发生变化时，会影响混凝土的质量，所以必须重新选定配合比。

6.1.7 混凝土的初凝时间与水泥品种、凝结条件、掺用外加剂的品种和数量等因素有关，应由试验确定。当施工环境气温较高时，还应考虑气温对混凝土初凝时间的影响。当因停电等意外原因造成底层混凝土初凝时，应停止继续浇筑混凝土，按施工缝进行处理，使新旧混凝土结合紧密，保证混凝土结构的整体性。

6.1.8 本条明确规定了商品混凝土应按本标准规定进行质量控制。

6.1.9 考虑外加剂中的氯化物同样可引起混凝土结构中钢筋的锈蚀，结合铁路工程重要性，根据不同情况，规定了含氯化物外加剂的使用量，应严格控制。

6.1.10 对于特殊混凝土，既有普通混凝土的特性，又有自身的特点，所以，验收时，还应符合本标准第 9 章的规定。

6.2.1 水泥进场时，应按批对品种、级别、包装或散装仓号、袋装质量、出厂日期等进行验收，并对其强度、凝结时间、安定性进行复验，其质量必须符合现行国家标准。水泥是混凝土的重要组成部分，若其中含有氯化物，可能引起混凝土结构中钢筋的锈蚀，故应严格控制。本条既规定了施工单位的检验数量和方法，又规定了监理单位的检验数量和方法，必须严格执行。

6.2.2 普通混凝土所用的细骨料应符合《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》(JGJ 52)，结合铁路实际情况对其他质量指标

的规定以附录形式列入了附录 B。

6.2.3 普通混凝土所用的粗骨料应符合《普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法》(JGJ 53)，结合铁路具体情况，对其他质量指标的规定以附录形式列入了附录 C。

6.2.4 混凝土外加剂种类较多，且均有相应的质量标准，使用时其质量及应用技术应符合现行国家标准《混凝土外加剂》(GB 8076)、《混凝土外加剂应用技术规范》(GB 50119)、《混凝土速凝剂》(JC 472)、《混凝土泵送剂》(JC 473)、《混凝土防水剂》(JC 474)、《混凝土防冻剂》(JC 475)、《混凝土膨胀剂》(JC 476) 等的规定。外加剂的检验方法应符合相应标准的规定。本条既规定了施工单位的检验数量和方法，又规定了监理单位的检验数量和方法，应严格执行。

6.2.5 考虑到在铁路工程施工生产中，有可能使用非饮用水（工业处理或河池塘水）拌制混凝土，故规定非饮用水的质量应符合现行国家标准《混凝土拌合用水标准》(JGJ 63) 的要求。

6.2.6 混凝土掺合料在铁路工程中广泛使用的种类主要有粉煤灰、粒化高炉矿渣粉等，故规定工程应用时，尚应符合现行国家标准《粉煤灰混凝土应用技术规范》(GBJ 146)、《粉煤灰在混凝土和砂浆中应用技术规程》(JGJ 28) 等的规定。

6.3.1 混凝土应根据实际采用的原材料进行配合比设计并按普通混凝土拌合物性能试验方法等标准进行试验、试配，以满足混凝土强度、耐久性和流动性的要求，同时符合经济、合理的原则。不得采用经验配合比。

6.3.2 混凝土中的总碱含量过高，可能引起碱-骨料反应，严重影响结构构件受力性能和耐久性，特提出本条规定。

6.4.1 本条针对不同的混凝土生产量，规定了用于检查结构混凝土抗压强度和弹性模量试件的取样与留置要求。由于同条件养护试件采用了与结构实体相同的养护条件，能较为真实地反映结构实体的混凝土强度，对于桥梁的墩台、梁部和隧道的衬砌等重要结构部位则采用此方法来确定结构实体强度，即用同条件养护

试件与标准养护条件试件双控方法来保证这些结构的混凝土质量。对于施工用同条件养护试件可根据需要确定，标准中没有做出具体规定。

6.4.2 施工缝的位置和处理是否得当，是保证混凝土工程施工质量的重要环节，施工中应予以重视。

6.4.3 养护条件对于混凝土强度的增长有重要影响。在施工过程中，应根据原材料、配合比、浇筑部位和季节等具体情况，制定合理施工技术方案，采取有效的养护措施，保证混凝土强度正常增长。

6.4.4 混凝土生产时，砂、石的实际含水率与确定的理论配合比设计时存在差异，故规定应测定实际含水率并相应调整砂、石用量，即换算施工配合比。

6.4.5 浇筑地点的混凝土坍落度对混凝土浇筑工艺的实施和最终的强度有很大的影响，故应按设计配合比的要求坍落度严格控制。

6.4.6 本条提出了对混凝土原材料计量偏差的要求。各种衡器应定期检定，以保证计量准确。在施工生产过程中，应定期测定骨料的含水率，当遇雨天施工或其他原因致使骨料的含水率发生显著变化时，应增加测定次数，以便及时调整用水量和骨料的用量，使其符合设计配合比的要求。

6.4.7 本条给出了一般情况下的结构外形尺寸允许偏差和检查方法，遇有特殊情况时，应按有关规定执行。

6.4.8 外观质量存在缺陷严重时，可能会影响到结构性能、使用功能或耐久性；轻微者则会有碍观瞻。对已经出现的缺陷，必须由施工单位提出处理方案，经监理工程师认可后进行处理，并重新检查验收。

7.1.1 预应力施工是一项专业性强、技术含量高、操作要求严、对结构强度影响大的作业，因此，应由获得有关部门批准的预应力施工资质的施工单位承担。

7.1.2 先张法预应力施工的张拉台座在施工中，承受着很大的

张拉荷载。如不进行设计计算，很容易出现移位、倾覆或变形过大等问题，造成安全质量事故。

7.1.3 本条规定了预应力张拉设备的检定和标定要求。对于配套的一套张拉设备（千斤顶、油泵及压力表等），有对应的压力表读数和千斤顶输出力之间的关系曲线，因此，张拉设备应配套标定，配套使用。当采用张拉千斤顶预施应力时，使用前必须进行校正，校正系数不得大于 1.05，校正有效期为一个月且不超过 200 次张拉作业；压力表精度不应低于 1.0 级，首次使用前必须经过计量部门检定，检定周期为一周，当精度为 0.4 级时，检定周期可为一个月。当采用测力传感器计量张拉力时，测力传感器也须按国家相关检定规程规定的检定周期（一年）送检，千斤顶和油表不再作配套标定。

7.1.4 预应力筋受污染会影响混凝土粘结力；受电火花损伤，容易在张拉时脆断。所以，预应力筋应避免污染和电火花损伤。

7.1.5 为保证预应力孔道位置的正确，本条规定在预留孔道安装时，应采取可靠的定位措施。

7.1.6 各种不同的预应力结构或采用不同的锚具，其摩阻损失是不相同的，因此，必须在张拉前测定，并经有关单位认可后，才可进行预应力张拉施工。

7.2.1 本条规定了对预应力筋进行进场复验的具体分批要求，必须严格按批对预应力筋做力学性能（屈服点、极限强度、伸长率）和工艺性能（反复弯曲）试验，其应力松弛、弹性模量等指标一般由生产厂家提供，必要时可委托有资质的第三方进行检验。

7.2.2 预应力筋用的锚具、夹具和连接器应按设计规定选用。其进场检验主要做锚具（夹具、连接器）的硬度和静载锚固性能试验，锚具的材质、机加工尺寸、疲劳荷载性能等只需按厂家检验报告所列指标进行核对，必要时可委托有资质的第三方进行检验。

7.2.3 由于硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥浆泌水率较小，故规

定采用硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥配制水泥浆。水泥必须经检验合格方可用于压浆。

7.2.4 预应力筋对应力腐蚀较为敏感，故水泥浆用外加剂必须检验，以免含有对预应力筋有害的化学成分。但因其用量较少，如使用单位能提供近期采用的相同品牌和型号的外加剂的合格检验报告，也可不做外加剂性能的进场复验。

7.2.5 预留孔道所用的螺旋管、橡胶棒（管）和先张预应力筋隔离套管表面存在油污会污染混凝土表面，严重影响粘结力。其损伤和孔洞会影响预留孔道的成孔质量，因此做出使用前应进行外观检查的规定。

7.3.1 预应力筋的品种、级别、规格和数量对保证预应力结构物的抗裂性能及承载力至关重要，故必须符合设计要求。

7.3.2 预应力筋一般为整盘进场，所以不展开时，预应力筋表面的一些缺陷发现不了。故本条规定展开后的质量检验要求。

7.3.3 预应力孔道用的金属螺旋管、橡胶棒（管）对预应力孔道的形成质量极为重要。本条就其品种、规格和施工事项提出了实施要求。

7.3.4 预应力筋的下料长度精确与否，是保证预施应力工艺准确实施的基础，下料时应严格遵守下料长度的允许偏差和检验方法。

7.3.5、7.3.6 预留孔道位置允许偏差和先张法预应力筋位置允许偏差都是为了保证预应力筋的位置准确，确保预应力结构的抗裂性能和承载能力达到设计要求，施工中应予以控制。

7.4.1 预应力筋用锚具、夹具和连接器的品种、规格、数量应按设计要求在施工中仔细核对检查，确保使用正确无误。

7.4.2 由于混凝土弹性模量对建立预应力后的构件的变形有很大影响，且铁路预应力混凝土构件对变形有较严格的要求。因此，本条中，增加了预张拉和初张拉时的混凝土抗压强度要求和终张拉或放张时对混凝土弹性模量的质量检验要求。

7.4.3 预应力筋的预施应力、张拉或放张顺序和张拉工艺，对

于保证预应力结构物的抗裂性能及承载力至关重要，故必须符合设计要求，并严格执行。

7.4.4 预应力筋的张拉一般采用双控。除对张拉力进行控制外，还应对实际伸长值进行校核。相对允许偏差±6%是基于工程实践提出的，有利于保证张拉质量。

7.4.5 由于预应力筋断裂或滑脱对结构物的受力性能影响极大，因此，本条做了明确规定，必须严格执行。

7.4.6 张拉端预应力筋内缩量是预应力损失的表征，必须按本条所列内缩量限值和检验方法进行控制。

7.5.1 预应力筋张拉后处于高应力状态，对腐蚀非常敏感，所以应按设计要求尽早进行压浆。压浆是对预应力筋的永久性保护措施，故要求水泥浆饱满密实，完全裹住预应力筋。压浆质量的检验应着重于现场观察检查，必要时采用无损检测或凿孔检查。

7.5.2 水泥浆除了为预应力筋提供可靠的防腐保护外，同时与预应力筋之间的粘结力也是预应力筋与混凝土共同工作的前提，所以水泥浆的抗压强度必须符合设计要求。

7.5.3 本条规定的目的在于保证锚具和预应力筋避免锈蚀，能够长期正常工作，提高预应力结构的耐久性。

7.5.4 考虑到锚具的正常工作和可能的热影响，本条对预应力筋外露部分长度作出了规定。切割位置不宜距离锚具太近，同时也不应影响构件的安装。

8.1.1 本条对石材的质量做出了一些规定，以满足砌体强度和耐久性的要求。

8.1.2 石材的抗压强度试件，各行业规定的规格各不相同，为突出铁路行业的特点，此条明确了石材的抗压强度试件的要求。

8.1.3 《砌体结构设计规范》(GB 50003) 对砂浆强度等级是按试块的抗压强度平均值定义的，并考虑砂浆抗压强度降低25%的条件下确定砌体强度。此评定方法已应用多年，根据铁路行业多年实践证明，满足结构可靠性的要求。

8.1.4 试验资料说明，在一般气温下，水泥砂浆在2h内使用

完，砂浆强度降低不超过 20%，可不影响砌体工程质量。但离析、泌水和凝结现象对砂浆质量影响很大，所以必须严格执行。

8.1.5 本条对砂浆砌体施工的方法和施工质量进行规定，为了保证砌体工程的耐久性的要求。

8.1.6 本条对于砌体施工质量作出了规定。以保证施工质量。

8.1.7 本条规定了砌体勾缝的要求，以保证砌体的外观质量。

8.1.8 砌体工程在冬期施工，由于气温低给施工带来了许多不便，必须采取一些必要的冬期施工技术措施来确保施工质量。

8.2.1 水泥的强度及安定性是判定水泥是否合格的两项要求，因此在水泥使用前应进行复验。

8.2.2 为保证施工质量，外加剂应经检验合格后再使用。

8.2.3 砌体工程质量能否满足设计要求，石材和砌块的质量将起决定性作用。因此本条对石材强度、抗冻性指标、软化系数和砌块强度作了规定。以保证砌体工程的强度等级和耐久性要求。

抗冻性指标系指石材在吸水饱和状态下经规定冻融的循环次数后无明显损伤（裂缝、脱层），质量损失不大于 5%，强度损失不大于 25%。

石材的软化系数，系指石材在吸水饱和状态下的极限抗压强度与石材在干燥状态下的极限抗压强度的比值，这是检验石材受水流和风化影响的一个重要指标。

8.2.4 砂中含泥量过大，不但增加砌筑砂浆的水泥用量，还可能使砂浆的收缩值增大，耐久性降低，影响砌体的质量。

8.2.5 同 6.2.5 条。

8.3.1 本条明确了砌体施工前应对石料和混凝土砌块的类别、规格进行检查，符合设计要求后方可施工。石料类别、规格和质量要求以附录形式列于附录 D。

8.3.2 砌筑砂浆通过试配确定配合比，是使施工中砂浆达到设计强度等级和减小砂浆强度离散性的重要保证。砂浆配合比设计、试件制作、养护及抗压强度取值规定以附录形式列于附录 E。

8.3.3 砌体工程是由石材（砌块）和砂浆砌筑而成，其力学性能能否满足设计要求，砂浆强度等级将起决定性作用。

8.3.4 本条规定是为了保证砌体工程的整体性和砌体内部的连结作用。

8.3.5 对砌体砌筑后的养护作了规定，以满足砌体强度和耐久性要求。

8.3.6 此条规定为防止水渗入和不均匀沉降对砌体工程造成损害。

8.3.7 对砌体工程表面质量进行了规定。强调施工中应对表面质量引起重视。

8.3.8 本条给出一般情况下砌体尺寸允许偏差，如相关验收标准和设计有要求时，应按相关标准执行。

9.1.1 大体积混凝土的定义，目前世界各国解释不尽一致，日本建筑学会定义为："结构最小断面尺寸在80 cm以上，同时水化热引起的混凝土内最高温度与外界气温之差预计超过25 ℃的混凝土，称之为大体积混凝土。"原苏联规范规定："夏期施工时，浇筑表面系数大于 3 的结构物，混凝土拌合物从搅拌站运出时的温度应不超过30 ℃～35 ℃。"我国在《普通混凝土配合比设计规程》(JGJ/T55) 中对大体积混凝土解释为："混凝土结构物中实体最小尺寸大于或等于1 m，或易引起裂缝的混凝土。"美国混凝土学会规定："任何就地浇筑的大体积混凝土，必须采取措施解决水化热及随之引起的体积变形问题，以最大限度减少开裂。

根据以上内容并结合铁路混凝土工程的具体情况，本条对大体积混凝土进行了界定并规定按相关要求制定专门的施工技术方案。

9.1.2 水泥水化热是使大体积混凝土内部产生温度应力引起混凝土体积变形、开裂的主要原因，本条对降低混凝土水化热的措施和实施要求作了具体规定。

9.1.3 为防止大体积混凝土拆模前后产生裂缝，采取有效措施控制混凝土表面和内部温差的前提条件是测定混凝土表面和内部

的温度。再根据混凝土表面和内部温差实际情况采取蓄热保温和确定拆模时间，本条规定的温差为不大于25℃。

9.1.4 控温养护措施主要有循环水冷却、蓄热保温等。本条对不同水泥的控制养护时间作了具体规定。

9.2.1 泵送混凝土一般均采用预拌混凝土，其包括上料、搅拌、运输、泵送等一系列工序过程，本条强调应制订专门的施工技术方案是为了保证泵送混凝土的施工质量。

9.2.2 为确保泵送混凝土的顺利进行，本条强调施工前应进行试泵送，以检验混凝土泵的泵送性能和混凝土拌合物的可泵性。

9.2.3 水泥是混凝土的重要组成部分，若其品质不合格，可能造成重大混凝土质量事故，本条为主控项目，应严格执行。

9.2.4 为保证泵送混凝土具有良好的和易性和可泵性，细骨料中保持有一定比例的细粒料部分是完全必要的。美国 ACI 推荐细骨料通过15 mm筛孔的过筛量为 20%；日本规定至少 15%；宝钢施工规定15 mm以下过筛量为 20%左右。本条规定为应不少于 15%。

9.2.5 原泵送高度在50 m以下时，规定碎石的最大粒径与输送管道内径之比不宜大于 1:3，卵石不宜大于 1:2.5。这是从三颗石子在同一截面处相遇最容易堵塞管道的原理推算而得。

美国 ACI（美国混凝土学会）304 委员会规定同上，前苏联对管径 120～150 mm规定为40 mm；日本规定为 1:3；我国宝钢施工采用 5～40 mm碎石配直径125 mm或150 mm输送管道，其比例基本与国际贯用比例相同。

基于泵送压力随泵送高度的增加而减小，为保证顺利泵送，本条规定了随泵送高度增加后的粗骨料最大粒径与输送管道内径之比的适宜比例供施工中参照执行。

9.2.6 泵送混凝土应根据实际采用的原材料进行配合比设计，并按相关试验方法标推进行试验、试配，以满足混凝土强度、耐久性和可泵性（坍落度、坍落度损失和压力泌水率等）的要求。

9.2.7 泵送混凝土的入泵坍落度是泵送混凝土顺利泵送的基本

保证条件，泵送混凝土施工时必须根据现场实际情况，充分考虑混凝土的坍落度损失因素，严格执行本条规定的入泵坍落度。

9.3.1 水下混凝土浇筑不能受水流和水的挠动，本条规定应在静水条件下用竖向导管法浇筑，且规定导管使用前应进行充水加压检查，目的是检查导管应不漏水。

9.3.2 由于导管的作用半径与导管的管径有关，为保证水下混凝土浇筑质量，本条规定了当水下混凝土浇筑面积较大时，应采用数根导管同时浇筑。为避免频繁提升导管和出现夹层，导管下口要求埋入混凝土的深度规定为1.0m以上。施工中应结合实际浇筑面积的大小，按本条规定确定导管规格和数量。

9.3.3 水下混凝土浇筑期间间歇时间过长，易引起导管提升困难而出现断桩或断层，为避免间歇时间过长，本条规定为不得超过30min。

9.3.4 水泥是水下混凝土的重要组成部分，若其初凝时间过短，易造成水下混凝土过早出现初凝而引起导管提升过程中的断桩和断层现象，故应严格控制水泥初凝时间不早于2h。

9.3.5 水下混凝土施工用粗骨料规定宜采用连续级配并控制其最大粒径和品质指标的目的是为确保水下混凝土的施工质量，其检验项目、检验批量和检验方法应遵照本标准的规定执行。

9.3.6 由于水下混凝土是在水下浇筑、水下自密，其受深水、浅水、水流和泥浆渗透等影响在所难免。实践证明，水下混凝土的强度较大气中施工的同配合比混凝土强度低10%～20%，为确保水下混凝土施工质量，本条规定水下混凝土的施工配制强度应较普通混凝土的施工配制强度提高10%～20%。

9.3.7 本条规定的导管下口埋入混凝土内的长度和水下混凝土顶面的流动坡度是为了不使继续浇筑的混凝土再与水接触，施工中应对导管下口埋入混凝土内的长度和水下混凝土顶面的流动坡度随时进行监测，以确保水下混凝土不出现断桩或断层。

9.3.8 水下混凝土的质量检查，按《铁路混凝土强度检验评定标准》(TB10425) 的规定检验评定时，标准养护试件强度结果必

须符合设计强度等级的 1.15 倍，原因是水下混凝土的检查试件的浇筑、成型、凝结硬化环境完全不同于水下混凝土本体，混凝土本体抗压强度一般较标准养护试件强度低 10%～20%，为确保水下混凝土本体强度达到设计强度等级，本条取强度降低值 10%～20%的中值 15%作为保证值，故规定标准养护检查试件强度评定结果必须符合设计强度等级的 1.15 倍。

9.3.9 适宜的坍落度是为了水下混凝土浇筑过程中导管提升顺利和便于水下混凝土自密实，实践经验证明水下混凝土的坍落度以180 mm～200 mm为宜。

9.4.1 普通抗渗混凝土是用调整配合比的方法，在普通混凝土的基础上，改善混凝土和易性，提高其自身密实性和抗渗性的一种抗渗混凝土。

外加剂抗渗混凝土是掺入少量有机或无机物外加剂来改善混凝土和易性、密实性和抗渗性的一种抗渗混凝土。用于抗渗混凝土的外加剂主要有：引气剂、减水剂和防水剂等。

掺膨胀剂抗掺混凝土，是在常用的硅酸盐类水泥中掺入适量混凝土膨胀剂，或具有微膨胀性质的其他混凝土外加剂配制而成的具有补偿收缩性能的抗渗混凝土。此种抗渗混凝土已在全国许多工程中应用，取得良好效果。但膨胀剂的品种、掺量应符合设计要求并经试验确定。

9.4.2 为确保抗渗混凝土搅拌均匀，以提高混凝土的抗渗性能，本条规定应采用机械搅拌且不少于2 min。

9.4.3 水泥泌水少可减少混凝土的渗水通道，水化热低可避免因水泥水化热引起的混凝土温度应力裂缝，从而提高混凝土的抗渗性。水泥的品质指标检验方法和检验批量应遵照本标准的规定执行。

9.4.4 含泥量小的中砂对改善抗渗混凝土的和易性，节省水泥用量和提高抗渗性能均有良好的保证作用，本条规定宜采用含泥量不大于 2%的中砂，其品质指标应按本标准规定进行控制。

9.4.5 粗骨料的级配、最大粒径、含泥量和泥块含量是影响抗

掺混凝土抗渗性能的主要指标，本条作了具体规定，施工中应予以认真控制。

9.4.6 为确保抗渗混凝土的抗渗性能指标，其配合比应通过试验确定，配合比混凝土抗渗试验时，应严格执行其抗渗等级应较抗渗混凝土的设计抗渗等级提高0.2 MPa的规定。

9.4.7 抗掺混凝土的质量检查不同于普通混凝土，除检查混凝土抗压强度外，更关键的是要检查其抗渗性能。施工时应严格按本条执行。

9.4.8 良好的养护方法和足够的养护期是保证抗渗混凝土中水泥充分水化，防止表面裂缝和提高混凝土抗渗性能的后期保证措施，本条规定的湿润养护14 d应切实执行。

9.4.9 拆模时温差要求不超过15℃，是为了预防混凝土开裂，抗渗混凝土对养护要求较严，不宜过早拆模。对于地下结构部分的抗渗混凝土，拆模后应及时回填，以利于混凝土强度增长及获得预期抗渗性能。

9.5.1 用湿喷法喷射混凝土的施工方法能大幅度减少回弹和粉尘，即有利于节约能源，也有利于劳动保护，更有利于环境保护，这些优越性已在工程实践中得到证明。这种方法在我国现已广泛应用，考虑到国内推广湿喷法的机具和适应湿喷法的液体速凝剂均日趋成熟，本条规定应优先采用湿喷工艺。

9.5.2 由于普通硅酸盐水泥与速凝剂的相容性好，掺速凝剂后能速凝、快硬，后期强度也较高且较硅酸盐水泥价格便宜。相应，矿渣硅酸盐水泥凝结硬化较慢，早期强度较低，但其抗硫酸盐侵蚀性能比普通硅酸盐水泥好。

特种水泥系指喷射水泥、超早强水泥、抗硫酸盐水泥和高铝水泥等。喷射水泥是一种速凝、早强水泥；超早强水泥主要指快硬硫铝酸盐水泥，当用于喷射混凝土时，需掺用专用的早强速凝剂；当存在硫酸盐侵蚀时，应选用抗硫酸盐水泥；当用于耐火结构时，应选用高铝水泥。

9.5.3 采用强制式搅拌机并规定一定的搅拌时间是为了保证混

凝土的匀质性，特别是在无湿喷条件下采用干喷时，对加入速凝剂的混合料进行均匀的拌合尤为重要。否则，不仅影响喷射混凝土的速凝效果，并会使强度值有较大的降低。

9.5.4 混凝土拌合物在运输、存放过程中，一般都会有一定程度的坍落度损失，为保证湿喷混凝土的顺利进行和喷射混凝土施工质量，故做出此规定。当无湿喷条件而采用干喷法喷射混凝土时，更应引起重视；由于砂石中含有一定水分，掺入速凝剂的拌合物停放时间较长时，水泥会发生预水化，不仅影响混凝土的速凝效果，使回弹增加，而且会导致混凝土强度的明显降低。因此，干喷法施工时，混合料的停放时间更要从严控制，建议不超过20 min。

9.5.5 一次喷射的混凝土厚度既不宜太薄，也不宜过厚，否则将影响喷射混凝土的粘结力，造成隔离层或因自重过大而坠落。为减少回弹损失和粉尘含量，本条对一次喷射厚度和回弹率等作了具体规定，施工中应按规定予以控制。

9.5.6 本条规定细骨料的细度模数应大于 2.5，是为了保证喷射混凝土的强度和减少喷射混凝土硬化后的收缩。

9.5.7 粗骨料的级配对混合料在管内的顺利输送、混凝土的密实性、经济性及回弹率都有重要影响，因此应使用级配良好的连续粒级的粗骨料。

9.5.8 用于喷射混凝土的外加剂主要为速凝剂。根据需要还可使用防水剂、增粘剂和高效减水剂等外加剂。

速凝剂的使用效果和最佳掺量除与其本身的性能有关外，还受水泥品种、强度等级、新鲜程度、施工温度和混凝土水灰比的影响。因此，使用速凝剂前，应进行与水泥相容性和速凝效果的检验。检验的主要项目为：水泥掺入速凝剂后的初、终凝时间；早期和后期（28 d）强度的损失。

掺入适量防水剂可明显提高混凝土的抗渗性能；掺入增粘剂则能显著降低粉尘浓度和减少回弹；掺入高效减水剂可减少混凝土用水量，提高混凝土早期和后期强度。

为促进采用湿喷法，本条突出提出了液体速凝剂，此系湿喷混凝土专用速凝剂品种。

9.5.9 规定灰骨比为 1:4～1:5，主要是考虑既能满足混凝土强度要求，又可减少回弹损失。水泥用量过少，回弹量大，早期强度发展缓慢。水泥用量过多，既不经济又增加混凝土的收缩。

水灰比对混凝土强度和回弹损失有重要影响。当水灰比在 0.40～0.50 范围时，混凝土强度较高，喷射中回弹和粉尘均较少。当无湿喷条件而采用干喷法喷射混凝土施工时，由于不能预先准确地给定拌合料中的水灰比，用水量主要靠喷射手在喷嘴处调节。一般来说，当喷射混凝土表面出现流淌、滑移、拉裂时，表明水灰比太大；若喷射混凝土表面出现干斑、粉尘大、回弹多，则表明水灰比太小。当水灰比适宜时，混凝土表面平整，呈水亮光泽，粉尘和回弹均较少。

砂率对喷射混凝土的施工性能和力学性能均有较大影响。当砂率小于 45%时，管路易堵塞，回弹率高；当砂率大于 60%时，则将明显降低混凝土强度，加大混凝土收缩。

湿喷混凝土工艺是由湿喷机利用高压风将混凝土拌合物打散后由管道输送到喷嘴，再与液体速凝剂混合后被喷至受喷面。其水泥用量过少，会影响混凝土的和易性和粘聚性，混凝土拌合物容易离析堵塞，不利混凝土管道的输送，亦会增加混凝土的回弹。相应来说，混凝土拌合物的坍落度大小亦对混凝土的输送顺畅与否和回弹率的高低有直接的影响，实践证明，坍落度 8～13 cm时较利于湿喷的实施，故本条对湿喷混凝土水泥用量和坍落度做出了具体规定。

9.5.10 喷射混凝土的强度检查试件制作，传统的作法是采用喷大板切割法，其费工费时且劳动强度大。采用边长为100 mm的无底立方体试模喷射成型试件，实践证明由于其受喷面积较小，往往四角欠密实，难以反映实际情况。而采用边长为150 mm的立方体无底试模喷射成型试件，因其受喷面积相对较大，故其成型效果较好，尤其是湿喷法效果更佳。

9.5.11 喷射混凝土的收缩变形比现浇混凝土大，主要原因是喷射混凝土中细粒料的成分较多、水泥用量较大且含有速凝剂。为使水泥充分水化，减少或防止混凝土的不正常收缩裂缝，因此在喷射混凝土终凝2 h后，应立即进行湿润养护至14 d。

9.6.1 由于特细砂混凝土的耐久性能差，故对其使用范围本条作了具体规定，施工中应予以严格控制。

9.6.2 特细砂混凝土的最小水泥用量限制是出于对其耐久性考虑而定。

9.6.3 由于特细砂混凝土较中、细砂混凝土难以拌匀，故本条强调应采用机械搅拌和机械振捣，并要求延长搅拌时间。

9.6.4 特细砂混凝土成型后表面易出现泌水和收缩裂缝，故本条规定应进行二次压实抹面。

9.6.5 特细砂的含泥量测定应采用《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》(JGJ 52) 中的“虹吸管法”。其含泥量一般应符合该标准的规定。当含泥量超过该标准的规定时应进行试验，在取得足够的数据后，当水泥强度等级与混凝土强度等级的比值不大于2，且混凝土强度等级小于C30时，可放宽到不大于5%。

当水泥强度等级与混凝土强度等级的比值大于2，且混凝土强度等级小于C20时，其含泥量可放宽到不大于7.5%。

9.6.6 采用二级配或三级配粗骨料的目的是为了改善特细砂混凝土用的粗骨料级配，以便最大限度地降低粗骨料的空隙率，达到采用低砂率的要求。

9.6.7 特细砂混凝土配合比的设计步骤基本与普通混凝土配合比设计步骤相同，所不同的地方是，在计算特细砂混凝土的粗、细骨料用量时宜采用砂浆剩余系数法计算。其计算公式为

$$G_0 = \frac{1000}{1 + K \cdot \dfrac{P}{1-P}} \cdot \gamma_g$$

$$S_0 = (1000 - G_0/\gamma_g - C_0/\gamma_c - W_0/\gamma_w)\gamma_s$$

式中 G_0——特细砂混凝土的粗骨料用量（kg/m^3）；

S_0——特细砂混凝土的细骨料用量（kg/m^3）；

P——粗骨料的紧密空隙率（%）；

γ_g——粗骨料的表观密度（g/cm^3）；

γ_c——水泥的密度（g/cm^3）；

γ_s——细骨料的表观密度（g/cm^3）；

γ_w——水的密度（g/cm^3）。

特细砂混凝土砂浆剩余系数 K 可按说明表 9.6.7 选用。

说明表 9.6.7　特细砂混凝土砂浆剩余系数 K

粗骨料规格(mm) / 混凝土稠度	5～10	5～20	5～40	5～80
10～30 s	1.25～1.30	1.15～1.20	1.10～1.15	1.05～1.10
0～10 mm	1.30～1.35	1.20～1.25	1.15～1.20	1.10～1.15
10～30 mm	1.35～1.40	1.25～1.30	1.20～1.25	1.15～1.20
30～50 mm	1.40～1.45	1.30～1.35	1.25～1.30	1.20～1.25
50～70 mm	1.45～1.50	1.35～1.40	1.30～1.35	1.25～1.30

9.6.8　本条出于为避免特细砂混凝土表面出现干缩裂缝或裂纹而规定。

9.7.1　周围环境水侵蚀主要指硫酸盐侵蚀、镁盐侵蚀、盐类结晶侵蚀、硫酸型酸性侵蚀和溶出型侵蚀（含碳酸型侵蚀）。处于上述侵蚀环境下的混凝土应采取相应措施确保其具有耐侵蚀功能。

9.7.2　为判定环境水侵蚀类型和侵蚀程度，本条规定了各类型侵蚀判定方法。环境水对混凝土侵蚀性的判定及防护措施以附录形式列于附录 F。

9.7.3　为确保处于硫酸盐型、盐类结晶型或溶出型等侵蚀环境下的混凝土具有足够的耐侵蚀功能，本条有针对性地规定了相应侵蚀类型的防护措施，施工中应对症选用。

9.7.4　针对处于硫酸型酸性侵蚀及镁盐侵蚀环境下的混凝土，

规定了具体的防护措施，施工中应遵照执行。

9.7.5 由于特细砂耐久性差，不具备耐侵蚀能力，本条故做出不得使用的规定。

9.7.6 为提高混凝土的耐侵蚀能力，掺加适宜的外加剂和掺合料是一条可行的途径。本条对外加剂的选用作了具体规定，但在施工中应通过试验确定。

9.7.7 机械搅拌可保证混凝土搅拌均匀，机械振捣能保证混凝土浇筑密实，均匀密实的混凝土本身具有一定的抗渗透能力，是混凝土耐侵蚀的基本保证，本条中予以强调。

9.7.8 引起混凝土坍落度明显变异的主要原因是用水量发生变化，而用水量发生变化会直接引起 W/C 的变化。其对耐腐蚀混凝土来说是一个关键指标，故本条规定应及时分析原因（含计量有误，砂、石含水率变化等），并调整施工配合比。

9.7.9 耐腐蚀混凝土施工缝、变形缝和防护层都是耐腐蚀混凝土能否耐腐蚀的关键部位，施工中应按设计要求进行处理。

9.7.10 本条对耐腐蚀混凝土所用水泥的矿物成分作的特殊规定。是保证耐腐蚀混凝土具有耐腐蚀性的基本条件，施工时必须进行抽检。

9.7.11 对耐腐蚀混凝土用的骨料品质要求严于一般混凝土，施工中应按本条规定执行。

9.7.12 环境水的化学成分直接关系到环境水的侵蚀类型和侵蚀程度，关系到耐腐蚀混凝土所采取的防护措施是否得当。本条规定施工单位应抽样检验，并给出了检测项目和检验方法。

9.7.13 耐腐蚀混凝土是否具有可靠的耐腐蚀性能，在很大程度上反映在混凝土的抗渗性能上，抗渗性能好的混凝土，其耐腐蚀性能亦强。为检验耐腐蚀混凝土的施工质量好坏，本条规定除按规定留置强度检查试件外，还应制作抗渗检查试件，其抗渗等级应符合设计要求。

9.8.1 高性能混凝土是一种新型高技术混凝土，是在大幅度提高常规混凝土性能的基础上，主要以耐久性作为设计指标，并采

用现代混凝土技术，选用优质材料，除水泥、水、骨料外，必须掺加适量的活性超细粉料和高效减水剂。

由于高性能混凝土的投入较一般混凝土高，如在低等级混凝土中采用将会因增加投入而显得不经济。因此，本条对高性能混凝土的强度等级作出了最低规定。

9.8.2 由于高性能混凝土中掺有足够数量的超细粉料，必须用强制式搅拌机才能保证搅拌均匀。保持 W/C 不变是为保证高性能混凝土固有性质不变。

9.8.3 搅拌车运输可保证混凝土拌合物始终处于缓慢运动状态，避免混凝土泌水和离析，便于拌合料喂入泵车受料斗。

9.8.4 高性能混凝土拌合物一般比较粘稠，采用高频振捣器一方面便于混凝土拌合物振实，另一方面便于将拌合物中的大径有害气泡排出。

9.8.5 严禁加水的目的是为了保证高性能混凝土的水灰比不变，从而保证混凝土高性能品质不变。

9.8.6 高性能混凝土冬期施工措施可采取水加热、骨料保温、掺用防冻剂，保证混凝土拌合物入模温度不低于10℃是避免高性能混凝土遭受冻害的必要条件，施工中应设法予以保证。

9.8.7 水泥品质是高性能混凝土的基本保证，其性能指标应严格按本标准的规定进行检验，且应符合相关材质标准的规定。

9.8.8 为确保高性能混凝土的施工质量，本条对细骨料的含泥量作了严格规定。其各项品质指标应按本标准规定按批次进行检验。

9.8.9 由于高性能混凝土的强度等级一般均在 C50 以上，只有使用级配良好的高强度的粗骨料才能保证混凝土高强度，故本条对高性能混凝土用的粗骨料母材种类、强度要求作了具体规定。

9.8.10 高效减水剂是高性能混凝土的重要组分，其应具有低掺量高减水的性能，施工时应经试验比对，选用坍落度经时损失小且与水泥适应性良好的品种。

9.8.11 高性能混凝土用的活性超细粉是配制高性能混凝土的重

要组分之一，其性能指标应按批次进行控制检验，结果应符合相关材质标准要求。

9.8.12 本条对高性能混凝土配合比设计时所作的参数规定，是保证高性能混凝土符合质量要求的基本保证，施工中应遵照执行并经试验确定。

9.8.13 为确保高性能混凝土具有足够的耐久性，本条对高性能混凝土中的总碱含量和氯离子含量作了严格的规定，施工中应严格抽检计算。

9.8.14 高性能混凝土中含有足够数量的粉料，且终凝后早期强度增长快，其在干燥环境中表面容易出裂纹，故本条规定终凝后应立即洒水养护，且不少于14 d。

9.9.1 纤维混凝土不同于普通混凝土，施工时应根据实际情况选用适宜的施工工艺和制订施工技术方案，以确保纤维混凝土施工质量。

9.9.2 由于纤维混凝土难以拌匀，本条规定了投料顺序和较长的搅拌时间。

9.9.3 为保证纤维混凝土的质量，对纤维的质量应严加控制。

9.9.4 纤维是纤维混凝土的特性材料，其掺量准确与否，直接关系到纤维混凝土的性能，施工中应按本条规定进行纤维混凝土配合比设计、试配，并进行纤维掺量抽查检验。

A.0.1 钢筋绑扎接头是结构中薄弱环节。本条对绑扎接头的钢筋末端弯钩制作形状、绑扎搭接长度作了具体的规定，应严格执行。

A.0.2 本条对钢筋电弧焊和闪光对焊接头的类型、相应的技术要求、外观质量和允许偏差均作出了具体规定，实施中应严格按规定进行检查控制。

A.0.3 本条对钢筋冷挤压套筒连接接头的技术要求和外观质量作出了具体规定，其中待接钢筋在套筒内的间距 b 一般为4 mm～6 mm，系依据《大直径 20MnSi 钢筋挤压接头连接施工工艺》研究成果列出，施工中应严格执行。

B.0.1 因铁路桥梁多使用的是C50混凝土，为保证质量，提高了混凝土用天然砂对有害物质含量的限值标准，并考虑到材质标准的修订，引入了方孔筛的孔径尺寸。

B.0.2 考虑到海砂中的氯离子对钢筋同样有腐蚀，影响结构的使用寿命，所以规定不得已使用海砂时，一定要严格控制氯离子含量或采取冲洗措施。

B.0.3 根据铁路工程建设实践经验规定的。

B.0.4 根据在一些地区可能使用机制砂的情况，结合铁路工程特色，考虑到砂岩强度较低和易于风化，故对用砂岩轧制机制砂进行了限制。本条增加了混合砂的概念，并规定了机制砂和混合砂的技术要求。

C.0.1 本条结合铁路工程特色，规定了混凝土用粗骨料颗粒级配范围。同时考虑到材质标准的修订，列入了方孔筛孔径尺寸。

C.0.2 由于卵石是各种岩石的混合物，当混凝土强度等级≥C30时，压碎指标值（按质量损失计，%）综合为≤12；当混凝土强度等级＜C30时，压碎指标值（按质量损失计，%）综合为≤16。

C.0.3 根据混凝土结构重要性，粗骨料坚固性指标按混凝土结构物和预应力混凝土结构物予以分别规定。

C.0.4 根据铁路工程建设实践经验，规定了粗骨料有害物质含量标准。

D.0.1 为了保证砌体施工的质量，结合铁路工程施工特点，列出了砌体工程石料的类别、规格和质量要求。

E.0.1 砂浆的配制强度 $f_{m,0}$、砂浆现场强度标准差 σ 计算公式及 σ 取值系完全套用《建筑砂浆配合比设计规程》(JGJ 98）提出的公式和取值，经专题试验研究验证适合于铁路砂浆使用。

E.0.2 砂浆试件的制作方法系经专题试验研究验证，该方法匀质性较好，易于保证砂浆试件制作质量。

E.0.3 养护条件要求为标准养护室的温度和湿度。

E.0.4 砂浆试压及取值方法保持与国家标准一致。经验证试验

完全适合铁路砂浆使用。

F.0.1 本条为判定环境水的侵蚀类型和侵蚀程度规定了具体的指标范围，以便施工时对照采用。

F.0.2 本条对环境水具有硫酸盐型、盐类结晶溶出型侵蚀时，混凝土应采取的具体防护措施做出了规定，施工时应对症采用。