北京市住房和城乡建设行业专业人员岗位考核培训教材

市政质量员
市政施工员

岗位实务

北京市政工程行业协会　主编

北京市建设教育协会

《北京市住房和城乡建设行业专业人员岗位考核培训教材》编委会

编 委 会 顾 问　王宗礼　朱和平　林　寿

编 委 会 主 任　涂克保

编委会副主任　甄兰琼　史爱武

编 委 会 委 员（按姓氏笔画排列）

于　扬　文孔越　王玉恒　王建民　冯小川

付正信　纪士斌　刘小军　刘哲生　李　冬

李　坚　庄俊文　汪小英　杨纯仪　郑学中

张建红　张宏鹏　国麟岩　郭继武　谭　祺

教材修订说明

为进一步提高北京市建设行业专业人员的业务水平，确保工程质量和安全生产，北京市建设教育协会根据北京市住房和城乡建设委员会公布的“北京市住房和城乡建设行业专业人员培训考核大纲”，结合我市建设行业的现状和发展，牵头组织修订了《北京市住房和城乡建设行业专业人员岗位考核培训教材》。该教材的修订，本着“结合实际、科学管理、突出实用”的指导原则，紧紧围绕专业人才培养目标，以胜任职业岗位需要为出发点，突出理论知识的应用，重视职业能力的培养。

该教材内容符合《建筑与市政工程施工现场专业人员职业标准》和北京市建设行业施工现场实际情况的要求。其修订特点是引进了真实的工作流程和任务，援引真实的企业案例，使学员通过学习，能够对新知识、新技术、新工艺、新方法等有进一步的认识。该教材除了可作为岗位考核培训教材外，也可作为施工现场专业人员的学习参考用书。

该教材在修订过程中，得到了北京建筑业人力资源协会、北京市政工程行业协会、北京市建筑装饰协会、北京市城建科技促进会、北京市建设监理协会、北京建设工程质量检测和房屋建筑安全鉴定行业协会和本市有关建筑施工企业集团的帮助和支持，在此一并致谢。

由于修订时间紧迫，该教材难免有不妥或疏漏之处，恳请各位学员和广大读者多提宝贵意见。

北京市建设教育协会

2013 年 4 月

前　　言

为了适应北京市市政工程施工现场管理的需要，强化施工现场专业人员的培训考核，北京市政工程行业协会和北京市政建设集团有限责任公司组织市政建设集团所属各企业工程技术人员共同编撰本教材。本教材依据北京市建筑业执业资格注册中心制定的《北京市建筑工程市政质量员培训考核大纲》和《北京市建筑工程市政施工员培训考核大纲》，结合北京市市政工程施工的实际情况，针对市政工程质量员、施工员应承担的工作职责，深入浅出地讲述了市政工程质量员、施工员应具备的专业知识和专业技能。该教材图文并茂，叙述清楚，符合全面、系统和实用的要求，可供即将上岗的市政工程质量员、施工员自学和培训考核之用。

参编单位：北京市政建设集团有限责任公司

参编人员：杨树丛、孔恒、庄俊文、刘彦林、马少军、张伟、张全贺、陈可伟、刘晖、靳春军、常雅静、李洁、彭立英、杨占猛、郭彩霞、赵一、张建策、李薇、齐鸿燕、刘侠、孟昭晖、尹海明、李柏青、李晋才、孟庆龙、乔国刚、王文正、郑雪梅、韩雪刚、祝显学、王蕾、吕向红、尤松鹤、谢晖、余家兴、陈静、赵欣、张丽丽、李达、张国京

审核人员：张国京

编　者

2013 年 4 月

目　　录

第一部分　市政工程质量员与施工员通用知识 …… 1
第一章　工程材料的基本知识 …… 1
第一节　无机胶凝材料 …… 1
一、无机胶凝材料的分类及其特性 …… 1
二、通用水泥的品种、主要技术性质及应用 …… 2
三、道路硅酸盐水泥、市政工程常用特性水泥的特性及应用 …… 4
第二节　混凝土 …… 6
一、混凝土的分类及主要性质 …… 6
二、普通混凝土的组成材料及其主要技术要求 …… 10
三、高性能混凝土、预拌混凝土的特性及应用 …… 14
四、常用混凝土外加剂的品种及应用 …… 17
五、影响混凝土强度的主要因素和保证混凝土强度的主要措施 …… 18
第三节　砂浆 …… 20
一、砌筑砂浆的分类及主要性质 …… 20
二、砌筑砂浆的组成材料及其主要技术要求 …… 21
第四节　石材、砖 …… 22
一、砌筑用石材的分类及应用 …… 22
二、砖的分类、主要技术要求 …… 23
第五节　钢材 …… 24
一、钢材的分类及主要技术性能 …… 24
二、钢结构用钢材的品种及特性 …… 26
三、钢筋混凝土结构用钢材的品种及特性 …… 27
第六节　道路半刚性基层材料 …… 29
一、半刚性基层材料的分类及主要技术性质 …… 29
二、半刚性基层的组成及其主要技术要求 …… 30
第七节　沥青材料及沥青混合料 …… 32
一、沥青材料的分类、技术性质及应用 …… 32
二、沥青混合料的分类、组成材料及其主要技术要求 …… 33
第二章　施工图识读的基本知识 …… 37
第一节　施工图的基本知识 …… 37
一、市政工程施工图的组成及作用 …… 37
二、市政工程施工图的图示特点 …… 38
第二节　施工图的图示方法及内容 …… 45
一、道路工程施工图的图示方法及内容 …… 45
二、桥梁工程施工图的图示方法及内容 …… 53

三、市政管道工程施工图的图示方法及内容 …… 54
第三节　施工图的绘制与识读 …… 54
一、市政工程施工图绘制的步骤与方法 …… 54
二、市政工程施工图识读的步骤与方法 …… 59
第三章　市政工程相关的力学知识 …… 64
第一节　平面力系 …… 64
一、力的基本性质 …… 64
二、力矩、力偶的性质 …… 66
三、平面力系平衡方程及应用 …… 67
第二节　静定结构的受力分析 …… 71
一、单跨静定梁 …… 71
二、多跨静定梁 …… 76
三、静定平面桁架 …… 79
第三节　杆件的刚度、强度和稳定性 …… 82
一、杆件变形的基本形式 …… 82
二、应力、应变的概念 …… 82
三、杆件强度的概念 …… 82
四、杆件强度、刚度和稳定的基本概念 …… 85
第四章　市政工程施工测量的基本知识 …… 88
第一节　控制测量 …… 88
一、水准仪、经纬仪、全站仪、测距仪的使用 …… 88
二、水准、距离、角度测量的原理和要点 …… 90
三、导线测量和高程控制测量概念及应用 …… 92
第二节　市政工程施工测量 …… 94
一、测设的基本工作 …… 94
二、已知坡度直线的测设 …… 95
三、线路测量 …… 100
第五章　市政道路、桥梁和管道的构造、结构基本知识 …… 106
第一节　城镇道路基本知识 …… 106
一、城镇道路的组成和特点 …… 106
二、城镇道路的分类与路网的基本知识 …… 106
三、城镇道路线形组合基本知识 …… 108
四、路基、基层、路面工程构造 …… 110
五、道路附属结构 …… 114
第二节　城市桥梁基本知识 …… 118
一、城市桥梁的基本概念和组成 …… 118
二、城市桥梁的分类与构造 …… 119
三、城市桥梁结构的基本知识 …… 124
第三节　市政管道基本知识 …… 137
一、排水管道 …… 138

二、给水管道 …… 139
三、燃气管道 …… 141
四、热力管道 …… 144
第六章　工程施工工艺和方法 …… 146
第一节　城镇道路工程 …… 146
一、常用地基处理方法及应用范围 …… 146
二、路堤填筑施工工艺 …… 149
三、路堑开挖施工工艺 …… 150
四、基层施工工艺 …… 152
五、垫层施工工艺 …… 157
六、沥青路面面层施工工艺 …… 158
第二节　城市桥梁工程 …… 164
一、常见模板与支架的种类、特性及安拆施工要点 …… 164
二、钢筋工程施工工艺 …… 170
三、混凝土工程施工工艺 …… 173
四、基础施工工艺 …… 175
五、墩台施工工艺 …… 184
六、简支梁桥施工工艺 …… 191
七、连续梁桥施工工艺 …… 204
八、桥面系施工工艺 …… 210
第三节　市政管道工程 …… 212
一、人工和机械挖槽施工工艺 …… 212
二、沟槽支撑施工工艺 …… 213
三、管道铺设施工工艺 …… 216
四、管道接口施工工艺 …… 222
第七章　工程项目管理的基本知识 …… 229
第一节　施工项目管理的内容及组织 …… 229
一、施工项目管理的内容 …… 229
二、施工项目管理的组织 …… 230
第二节　施工项目目标控制 …… 231
一、施工项目目标控制的任务 …… 231
二、施工项目目标控制的措施 …… 232
第三节　施工资源与现场管理 …… 232
一、施工资源管理的任务和内容 …… 232
二、施工现场管理的任务和内容 …… 233
第二部分　市政工程质量员专用知识 …… 236
第一章　抽样统计分析的基本知识 …… 236
第一节　数理统计的基本概念、抽样调查的方法 …… 236
一、总体、样本、统计量、抽样的概念 …… 236
二、抽样方法 …… 239

第二节　施工质量数据抽样和统计分析方法…… 240
一、施工质量数据抽样的基本方法…… 240
二、数据统计分析的基本方法 …… 241
第二章　施工试验的内容、方法和判断标准…… 245
第一节　城镇道路路基工程的试验内容、方法与判断标准…… 245
一、试验内容 …… 245
二、试验方法 …… 245
三、判断标准 …… 252
第二节　城镇道路基层工程的试验内容、方法与判断标准…… 252
一、试验内容 …… 252
二、试验方法 …… 253
三、判断标准 …… 253
第三节　城镇道路面层工程的试验内容、方法与判断标准…… 253
一、试验内容 …… 253
二、试验方法 …… 254
第四节　地基、桩基等基础工程的试验内容、方法与判断标准…… 255
一、试验内容 …… 255
二、试验方法 …… 255
三、判断标准 …… 256
第五节　城市桥梁主体结构工程的试验内容、方法与判断标准…… 256
一、试验内容 …… 256
二、试验方法 …… 258
三、判断标准 …… 260
第六节　城市桥梁附属工程的试验内容、方法与判断标准…… 262
一、试验内容 …… 262
二、试验方法 …… 263
三、判断标准 …… 263
第七节　市政管道工程的试验内容、方法与判断标准…… 264
一、试验内容 …… 264
二、试验方法 …… 264
三、判断标准 …… 264
第三章　市政工程相关的管理规定和标准…… 266
第一节　建设工程质量管理规定…… 266
一、实施工程建设强制性标准监督内容、方式，违规处罚的规定 …… 266
二、房屋建筑工程和市政基础设施工程竣工验收备案管理的规定 …… 268
三、建设工程专项质量检测、见证取样检测业务内容的规定 …… 270
第二节 建筑与市政工程施工质量验收标准和规范 …… 271
一、《建筑工程施工质量验收统一标准》中关于建筑工程质量验收的划分、
合格判定以及质量验收的程序和组织的要求 …… 271
二、《市政基础设施工程质量检验与验收统一标准》中关于市政基础设

施工程质量验收的划分、合格判定以及质量验收的程序和组织的要求 …… 275
三、《市政基础设施施工资料管理规程》中关于市政基础设施工程资料管理、施工资料内容和要求 …… 276
四、城镇道路工程施工质量验收的要求 …… 276
五、城市桥梁工程施工质量验收的要求 …… 276
六、市政管道工程施工质量验收的要求 …… 276
第四章　工程质量管理的基本知识 …… 278
第一节　工程质量管理 …… 278
一、工程质量管理的概念 …… 278
二、工程质量管理的特点 …… 278
三、施工质量的影响因素 …… 279
第二节　质量控制体系 …… 280
一、质量控制体系的组织框架 …… 280
二、质量控制体系中的人员职责 …… 280
三、有关分项工程的施工质量控制流程 …… 285
第三节　ISO 9000 质量管理体系简介 …… 286
一、ISO 9000 质量管理体系的要求 …… 286
二、市政工程质量管理中实施 ISO 9000 标准的意义 …… 287
第四节　质量资料编制、收集、整理要求 …… 288
一、原材料的质量证明文件、复验报告 …… 288
二、隐蔽工程的质量检查验收记录 …… 288
三、检验批、分项工程验收记录 …… 288
四、分部工程、单位工程的验收记录 …… 289
五、结构物实体功能性检测报告 …… 289
第五章　施工质量计划的内容、编制方法与质量交底要求 …… 291
一、质量策划的概念 …… 291
二、施工质量计划的内容 …… 291
三、施工质量计划的编制依据 …… 291
四、施工质量计划的编制方法 …… 292
五、质量交底要求 …… 293
第六章　工程质量控制方法 …… 294
一、影响工程质量的主要因素 …… 294
二、施工准备阶段的质量控制和方法 …… 295
三、施工阶段的质量控制和方法 …… 297
四、交工验收阶段的质量控制和方法 …… 298
五、设置施工质量控制点的原则和方法 …… 299
第七章　工程质量问题的分析、预防及处理方法 …… 304
一、施工质量问题的分类与识别 …… 304
二、道路工程、桥梁工程市政管道工程中常见的质量问题 …… 306
三、形成质量问题的原因分析 …… 329

四、质量问题的处理方法 …… 330
第三部分　市政工程施工员专用知识 …… 336
第一章　市政工程预算基本知识 …… 336
第一节　市政工程定额基本知识 …… 336
一、市政定额分类 …… 336
二、市政工程定额分部分项工程划分 …… 337
第二节　工程计量 …… 337
一、土石方工程工程量计 …… 337
二、道路工程工程量计算 …… 338
三、桥涵工程量计算 …… 338
四、市政管网工程量计算 …… 339
五、钢筋工程量计算 …… 339
第三节　工程造价计价 …… 339
一、工程造价构成 …… 339
二、工程造价的定额计价基本知识 …… 339
三、工程造价的工程量清单计价基本知识 …… 340
第二章　计算机和相关资料信息管理软件的应用知识 …… 342
第一节　office 应用知识 …… 342
一、Office 简介 …… 342
二、Office 2007 组件 …… 342
三、Office 基本操作 …… 343
四、Office 通用的编辑操作 …… 346
第二节　AutoCAD 应用知识 …… 348
一、AutoCAD 的基本功能 …… 348
二、绘制简单二维图形对象 …… 351
三、使用修改命令编辑对象 …… 352
四、创建文字 …… 353
五、标注尺寸与编辑标注对象 …… 354
六、输出、打印 …… 355
第三节　常见资料管理软件的应用知识 …… 356
一、新建工程 …… 356
二、输入基本信息 …… 356
三、部位设置 …… 356
四、表格的新建与填写 …… 357
第三章　常用施工机械机具的性能 …… 361
一、土方工程施工机械的主要技术性能 …… 361
二、路面施工机械的主要技术性能 …… 365
1. 沥青摊铺机械 …… 365
2. 振动、静压压路机械 …… 370
三、桩基机械的主要技术性能 …… 372

1. 旋挖钻机 …… 372
2. 循环钻机 …… 373
3. 长螺旋钻机 …… 373
4. 冲击钻机 …… 374
四、混凝土工程施工机械机具的主要技术性能…… 375
1. 混凝土搅拌机械 …… 375
2. 混凝土泵 …… 379
五、起重机械…… 380
1. 汽轮吊 …… 380
2. 履带吊 …… 382
3. 龙门吊 …… 382
第四章　市政工程相关的管理规定和标准…… 386
第一节　施工现场安全生产管理规定…… 386
一、施工人员安全生产权利和义务 …… 386
二、安全技术措施、专项施工方案和安全交底的规定 …… 387
三、危险性较大的分部分项工程安全管理的规定 …… 390
第二节　市政工程施工相关管理规定…… 393
一、占用或挖掘城市道路施工的规定 …… 393
二、保护城市绿地、树木花草和绿化设施的规定 …… 394
三、房屋建筑和市政基础设施施工质量监督内容的相关规定 …… 396
四、实施工程建设强制性标准监督内容、方式，违规处罚的相关规定 …… 397
第三节　建筑与市政工程施工质量验收标准和规范…… 399
一、建筑工程施工质量验收统一标准中关于建筑工程质量验收的划分、
合格判定以及质量验收的程序和组织的要求 …… 399
二、市政基础设施工程质量检验与验收统一标准中关于市政工程质量验收的划分、
合格判定以及质量验收的程序和组织的要求 …… 402
三、市政基础设施施工资料管理规程中关于市政基础设施工程资料管理、
施工资料内容和要求 …… 403
四、城镇道路工程施工质量验收的要求 …… 404
五、城市桥梁工程施工质量验收的要求 …… 404
六、市政给水排水管道工程施工质量验收的要求 …… 404
第五章　市政工程施工组织设计及专项施工方案的内容和编制方法…… 405
第一节　市政工程施工组织设计的内容和编制方法…… 405
一、施工组织设计的内容 …… 405
二、施工组织设计的编制方法 …… 407
三、施工组织设计的审批与实施 …… 408
第二节　市政工程专项施工方案的内容和编制方法…… 409
一、专项施工方案的内容和编制方法 …… 409
二、危险性较大工程专项施工方案的内容和编制方法 …… 410
第三节　市政施工技术要求…… 410

一、地基基础工程施工技术要求 …… 410
二、城镇道路路面工程施工技术要求 …… 419
三、城市桥梁主体结构工程施工技术要求 …… 424
四、开槽施工市政给排水管道安装工程施工技术要求 …… 434
第四节　技术交底文件编写方法与技术交底要求 …… 441
一、技术交底文件编写方法 …… 442
二、技术交底要求 …… 442
第五节　施工日志、施工记录、分部分项工程施工技术资料、管理资料编写要求 …… 444
一、施工日志 …… 444
二、施工记录、分部分项工程施工技术资料、管理资料 …… 445
第六章　市政工程施工进度计划的编制方法 …… 448
第一节　施工进度计划的类型及其作用 …… 448
一、施工进度计划的类型 …… 448
二、控制性进度计划的作用 …… 448
三、实施性施工进度计划的作用 …… 449
第二节　施工进度计划的表达方法 …… 459
一、掌握横道图进度计划的编制方法 …… 449
二、掌握网络计划的基本概念与识读 …… 450
第三节　施工进度计划的编制步骤 …… 453
一、施工过程划分与工程量计算 …… 453
二、劳动量及机械台班量的确定 …… 454
三、施工过程时间的确定与进度计划初排 …… 454
四、施工进度计划的平衡与优化 …… 454
第四节　施工进度计划的检查与调整 …… 456
一、施工进度计划的检查方法 …… 456
二、施工进度计划的调整方法 …… 458
第七章　市政工程质量管理的基本知识 …… 459
第一节　质量管理的基本概念与市政工程质量管理的特点 …… 459
一、质量管理的基本概念 …… 459
二、市政工程质量管理的特点 …… 459
第二节　施工过程质量控制的内容与方法 …… 4591
一、质量控制的基本内容和要求 …… 459
二、施工过程质量控制的基本程序、基本方法、质量控制点的确定 …… 460
第三节　施工质量问题的处理方法 …… 466
一、施工质量问题的分类 …… 466
二、施工质量问题的产生原因 …… 466
三、施工质量问题的处理方法 …… 468
第四节　质量控制文件编制与质量交底要求 …… 469
一、质量控制文件编制方法 …… 469

二、质量交底要求 …… 470
第八章　市政工程环境与职业健康安全的管理知识 …… 471
第一节　文明施工与现场环境保护的要求 …… 471
一、文明施工的要求 …… 471
二、施工现场环境保护的措施 …… 472
三、施工现场环境事故的处理 …… 474
第二节　市政工程施工安全危险源分类及防范的重点 …… 476
一、施工安全危险源的分类 …… 476
二、施工安全危险源防范重点的确定 …… 477
第三节　市政工程施工安全事故的分类与处理 …… 478
一、施工安全事故的分类 …… 478
二、施工生产事故报告和调查处理 …… 479
第四节　职业健康安全与环境技术文件编制方法与安全与环境交底要求 …… 482
一、职业健康安全与环境技术文件编制方法 …… 482
二、职业健康安全与环境保护交底要求 …… 482
第九章　工程成本管理的基本知识 …… 485
第一节　市政工程施工成本的概念与影响因素 …… 485
一、工程成本的构成及管理特点 …… 485
二、施工成本的影响因素 …… 486
第二节　市政工程施工成本控制的基本内容和要求 …… 487
一、施工成本控制的基本内容 …… 487
二、施工成本控制的基本要求 …… 489
第三节　市政工程施工过程中成本控制的步骤和措施 …… 490
一、施工过程成本控制的步骤 …… 490
二、施工过程成本控制的措施 …… 493
附录 1　北京市建筑工程市政质量员培训考核大纲 …… 495
附录 2　北京市建筑工程市政施工员培训考核大纲 …… 502
参考文献 …… 510

第一部分　市政工程质量员与施工员通用知识

第一章　工程材料的基本知识

建筑材料是土木工程建设的物质基础，材料的结构决定着材料的许多性质。市政工程中常用材料包括：无机胶凝材料、水泥混凝土、砂浆、砌体、钢材、道路半刚性基层材料及沥青混合料等。

第一节　无机胶凝材料

一、无机胶凝材料的分类及其特性

无机胶凝材料以无机化合物为基本成分，常用的有石灰、石膏、水泥等。无机胶凝材料按照硬化条件，可分为气硬性胶凝材料和水硬性胶凝材料。

1. 气硬性胶凝材料

气硬性胶凝材料只能在空气中（干燥条件下）硬化，也只能在空气中保持或继续发展其强度，一般只使用于地上或干燥环境中，而不宜用于潮湿环境中，更不可用于水中。常用的有石灰、石膏和水玻璃等。

（1）石灰（CaO）

将主要成分为碳酸钙（$CaCO_3$）的石灰石在适当的温度下煅烧，所得的以氧化钙为主要成分的产品即为石灰，又称生石灰。生石灰是一种白色或灰色的块状物质，生石灰粉是将块状生石灰磨细而成，消石灰粉和石灰膏则是生石灰加水消解而成。石灰具有以下特性：

① 可塑性和保水性。用石灰调成的石灰砂浆具有良好的可塑性，在水泥砂浆中掺入石灰浆，可显著提高砂浆的可塑性和保水性。

② 硬化较慢、强度低。石灰是一种硬化缓慢的气硬性胶凝材料，硬化后的强度不高。1∶3的石灰砂浆 28d 抗压强度通常只有 0.2～0.5MPa。

③ 耐水性差。石灰不宜在潮湿环境下使用。

④ 硬化时体积收缩大。石灰在硬化过程中，大量的水分蒸发，引起体积显著收缩，易出现干缩裂缝。

⑤ 石灰吸湿性强。在储存石灰时，要防止受潮，且不宜长期储存。运输石灰时不得与易燃、易爆和液体物品混装，以确保安全。

工程中所用的石灰，有生石灰、生石灰粉和消石灰粉三类。

（2）石膏（$CaSO_4$）

工程中以半水硫酸钙（$CaSO_4 \cdot 1/2H_2O$）的建筑石膏和高强石膏应用较多，最常用的是以β半水硫酸钙（$\beta CaSO_4 \cdot 1/2H_2O$）为主要成分的建筑石膏。建筑石膏具有如下技术特性：

① 凝结硬化快。建筑石膏加水拌合后的浆体初凝时间不小于3min，终凝时间不早于30min，7d左右完全硬化。

② 硬化初期有微膨胀性。与其他胶凝材料不同，石膏在硬化过程中略有膨胀，而且不开裂，膨胀率0.05%～0.15%。

③ 孔隙率高。石膏硬化后内部孔隙率达40%～60%，石膏制品具有表观密度较小、强度较低、导热系数小、吸音性强、吸湿性大、可调节室内温度和湿度的特点。

④ 防火性较好。石膏硬化后主要成分是$CaSO_4 \cdot 2H_2O$，遇火时，石膏中的结晶水蒸发。蒸发的水蒸汽吸收热量降低表面温度，并形成蒸汽幕，脱水后的无水石膏又是良好的绝热体，因而可阻止火势蔓延，起到防火作用。

⑤ 耐水性和抗冻性差。

石膏的物理力学性能见表1-1。

表1-1　建筑石膏的物理力学性能

等级	细度（0.2mm方孔筛筛余）%	凝结时间（min）		2h强度（MPa）	
		初凝	终凝	抗折	抗压
3.0	≤10	≥3	≤30	≥3.0	≥6.0
2.0				≥2.0	≥4.0
1.0				≥1.6	≥3.0

石膏按产品名称、代号、等级及标准编号的顺序标记，例如：等级为2.0的天然建筑石膏标记为“建筑石膏N2.0GB/T 9776—2008”。

（3）水玻璃

水玻璃俗称泡花碱，是一种能溶于水的硅酸盐，由碱金属和二氧化硅按不同比例组成，最常用的是硅酸钠水玻璃（$Na_2O \cdot nSiO_2$）。水玻璃模数n（SiO_2与Na_2O分子数比）越大，水玻璃粘度越大，越难溶于水，但较易硬化。常用水玻璃的模数一般为2.6～2.8，密度为1.36～1.50g/cm^3。

水玻璃的粘结性好，硬化时析出的硅酸凝胶有堵塞毛细孔隙而防止水渗透的作用。硬化后，水玻璃有较高的强度。水玻璃具有较好的耐酸性能，能够抵抗大多数无机酸和有机酸的侵蚀。

2. 水硬性胶凝材料

水硬性胶凝材料是指既能在空气中硬化，又能在水中硬化并保持和发展其强度，其中，水泥是重要的水硬性胶凝材料，在工程中有着广泛的应用。

《水泥的命名、定义和术语》（GB/T 4131—1997）规定，水泥按其用途及性能可分为通用水泥、专用水泥及特性水泥三类；按照水化物的不同，水泥可分为硅酸盐水泥、铝酸盐水泥、硫酸盐水泥、氟铝酸盐水泥、磷酸盐水泥等。

目前，市政工程中常用的是通用硅酸盐水泥。

二、通用水泥的品种、主要技术性质及应用

通用硅酸盐水泥是指以硅酸盐水泥熟料适量的石膏及混合料制成的水硬性胶凝材料。国

家标准《通用硅酸盐水泥》（GB 175—2007）规定，按混合料的品种和掺量，通用硅酸盐水泥可分为硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥。通用水泥的主要特性见表 1-2。

表 1-2　通用水泥的主要特性

主要特性	硅酸盐水泥	普通硅酸盐水泥	矿渣硅酸盐水泥	火山灰质硅酸盐水泥	粉煤灰质硅酸盐水泥	复合硅酸盐水泥
凝结硬化	快	较快	慢	慢	慢	慢
强度	高	较高	早期强度低，后期强度增长较快	早期强度低，后期强度增长较快	早期强度低、后期强度增长较快	早期强度低，后期强度增长较快
水化热	大	较大	较小	较小	较小	较小
抗冻性	好	较好	差	差	差	差
耐蚀性	差	较差	较好	较好	较好	较好
耐热性	差	较差	好	较差	较差	与所掺入的混合材料的种类、掺量有关
干缩性	较小	较小	较大	较大	较小	
其他	—	—	泌水性大、抗渗性差	抗渗性较好	抗裂性较高	

为了便于识别，硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥包装袋印刷红色字标识水泥名称和强度等级，矿渣硅酸盐水泥印刷绿色字，火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥印刷黑色或蓝色字。

在混凝土结构工程中，水泥的使用见表 1-3。

表 1-3　通用硅酸盐水泥的选用

混凝土工程特点或所处环境条件		优先选用	可以使用	不宜使用
普通混凝土	1. 在普通气候环境中的混凝土	普通硅酸盐水泥	矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥	—
	2. 在干燥环境中的混凝土	普通硅酸盐水泥	矿渣硅酸盐水泥	火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥
	3. 在高温度环境中或永远处在水中的混凝土	火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥	普通硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥	矿渣硅酸盐水泥
	4. 大体积的混凝土	粉煤灰硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥	普通硅酸盐水泥	硅酸盐水泥

续表

混凝土工程特点或所处环境条件		优先选用	可以使用	不宜使用
有特殊要求的混凝土	1. 要求快硬的混凝土	快硬硅酸盐水泥、硅酸盐水泥	普通硅酸盐水泥	矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥
	2. 高强（大于 C40 级）的混凝土	硅酸盐水泥	普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥	火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥
	3. 严寒地区的露天混凝土，寒冷地区的处在水位升降范围内的混凝土	普通硅酸盐水泥	矿渣硅酸盐水泥	火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥
	4. 严寒地区处在水位升降范围内的混凝土	普通硅酸盐水泥	—	矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥
	5. 有抗渗要求的混凝土	普通硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥	—	矿渣硅酸盐水泥
	6. 有耐久性要求的混凝土	硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥	矿渣硅酸盐水泥	火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥

注：蒸汽养护时用的水泥品种，宜根据具体条件通过试验确定。

三、道路硅酸盐水泥、市政工程常用特性水泥的特性及应用

1. 道路硅酸盐水泥

（1）定义

道路硅酸盐水泥是指由铁铝酸钙含量较高的硅酸盐水泥熟料、0～10％活性混合材料和适量石膏磨细制成的水硬性胶凝材料，简称道路水泥。

（2）道路硅酸盐水泥的技术要求、特性及应用

对道路水泥的性能要求是：耐磨性好、收缩小、抗冻性好、抗冲击性好，有较高的抗折强度和良好的耐久性。

水泥的强度等级按抗压和抗折强度来划分，3d 和 28d 的抗压强度和抗折强度不低于表 1-4 所示的数值。

表 1-4　道路水泥的等级与各龄期强度

水泥强度等级	抗压强度/MPa		抗折强度/MPa	
	3d	28d	3d	28d
32.5	16.0	32.5	3.5	6.5
42.5	21.0	42.5	4.0	7.0
52.5	26.0	52.5	5.0	7.5

道路硅酸盐水泥主要用于道路、机场跑道以及要求较高的工厂地面和停车场等工程。

2. 市政工程常用特性水泥

（1）快硬铝酸盐水泥

铝酸盐水泥的主要矿物成分铝酸一钙（$CaO \cdot Al_2O_3$，简称 CA），黄褐色或灰色，其密度和堆积密度与普通硅酸盐水泥相近，按国标《铝酸盐水泥》《GB 201—2000》，铝酸盐水泥根据 Al_2O_3 的含量可分为 CA-50（$50 \leqslant Al_2O_3 < 60\%$）、CA-60（$60\% \leqslant Al_2O_3 < 68\%$）、CA-70（$68\% \leqslant Al_2O_3 < 77\%$）和 CA-80（$77\% \leqslant Al_2O_3$）共四类。对其物理性能的要求是：

① 细度：比表面积不小于 $300m^2/kg$ 或 0.045mm 筛余不大于 20%。

② 凝结时间：CA-50、CA-70、CA-80 的胶砂初凝时间不得早于 30min，终凝时间不得迟于 6h；CA-60 的胶砂初凝时间不得早于 60min；终凝时间不得迟于 18h。

③ 强度：各类水泥各龄期的强度要求见表 1-5。

表 1-5　铝酸盐水泥各龄期强度要求

水泥类型	抗压强度/MPa				抗折强度/MPa			
	6h	1d	3d	28d	6h	1d	3d	28d
CA-50	20	40	50	—	3.0	5.5	6.5	—
CA-60	—	20	45	80	—	2.5	5.0	10.0
CA-70	—	30	40	—	—	5.0	6.0	—
CA-80	—	25	30	—	—	4.0	5.0	—

铝酸盐水泥具有快凝、早强、高强、低收缩、耐热性好和耐硫酸盐腐蚀性强的特点，可用于工期紧急、抢修和冬季施工等工程，也可配制耐热混凝土和耐硫酸盐混凝土。但铝酸盐水泥的水化热大、耐碱性差、后期强度会降低，使用时应予以注意。

铝酸盐水泥运输和储存时应特别注意防潮，不得与其他品种水泥混杂。

（2）快硬硫铝酸盐水泥

根据行业标准《快硬硫铝酸盐水泥、快硬铁铝酸盐水泥》（JC 933—2003），快硬硫铝酸盐水泥以 3d 抗压强度划分为 42.5、52.5、62.5、72.5 四个等级，各龄期强度要求见表 1-6。初凝不早于 25min，终凝不迟于 180min。

快硬硫铝酸盐水泥具有快凝、早强、不收缩的特点，可配制早强、抗渗和抗硫酸盐侵蚀的混凝土，适用于冬季施工、喷锚支护、抢修、堵漏等工程。但由于快硬硫铝酸盐水泥碱度低，使用时应注意钢筋锈蚀问题。

表 1-6　快硬硫铝酸盐水泥各龄期强度要求

强度等级	抗压强度/MPa			抗折强度/MPa		
	1d	3d	28d	1d	3d	28d
42.5	33.0	42.5	45.0	6.0	6.5	7.0
52.5	42.0	52.5	55.0	6.5	7.0	7.5
62.5	50.0	62.5	65.0	7.0	7.5	8.0
72.5	56.0	72.5	75.0	7.5	8.0	8.5

（3）膨胀水泥

膨胀水泥是针对在空气中产生收缩的一般水泥而言的，和水混合硬化后，体积不但不收缩反而有所膨胀。

按其基本成分组成，膨胀水泥可以分为以下几种。

① 硅酸盐膨胀水泥