建筑工程项目施工六大员实用手册

材料员

陈雁　蔡学礼　编

机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

建筑工程项目施工六大员实用手册

材　料　员

陈　雁　蔡学礼　编

机 械 工 业 出 版 社

本书为建筑工程项目施工六大员实用手册之一。主要介绍了建筑工程施工中土建材料员应具备的基本知识，以及土建材料员在施工时应掌握的基本方法。

本书分别介绍了施工现场材料员的职责，常用建筑材料及制品的分类、品种、规格、基本性能、技术指标、质量标准以及运输、贮存、保管等基本知识。

本书编入了各种新材料、新规范、新标准，实用性强，内容深入浅出，通俗易懂，可供建筑工程项目施工中基层施工管理人员使用，也可作为材料员上岗培训参考用书或教材。

图书在版编目（CIP）数据

建筑工程项目施工六大员实用手册：材料员/陈雁，蔡学礼编．—北京：机械工业出版社，2002.10
ISBN 7-111-10834-5

Ⅰ.建… Ⅱ.①陈…②蔡… Ⅲ.建筑工程—工程施工—手册 Ⅳ.TU7-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 065264 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑:何文军 版式设计:冉晓华 责任校对:李汝庚
封面设计:饶 薇 责任印制：付方敏
北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行
2002 年 10 月第 1 版·第 1 次印刷
1 000mm×1 400mm B6·5.8125 印张·195 千字
0 001—4 000 册
定价：16.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821、68326677－2527
封面无防伪标均为盗版

出版说明

随着我国经济建设和科学技术的快速发展，城镇建设规模日益扩大，建筑施工队伍不断增加，建筑工程基层施工组织中的施工员、质量员、安全员、预算员、材料员、机械员肩负着重要的职责，他们的管理能力、技术水平的高低，直接关系到工程项目施工的高效率、高质量，关系到企业的信誉、前途和发展。如何在建筑施工新技术、新材料、新工艺广泛应用的今天，不断提高工程项目“六大员”的管理能力和技术水平，已成为施工企业继续发展的重要课题。

根据建筑工程项目管理的实际需要，本套实用手册以工程项目中的“六大员”为对象编写，目的是在建筑技术不断发展的今天，能够为其提供一套内容简明、通俗易懂、图文并茂，融新技术、新材料、新工艺与管理工作为一体的实用参考手册。手册依据最新的规程、规范和实践经验，按管理知识、工艺技术规范与标准的内容结构进行编写，突出实际操作，注重管理的可控性，力求更为贴近建筑工程施工的“六大员”实际工作需要。

由于编者经验水平有限，手册中难免有不足之处，敬请读者批评指正。

目　录

出版说明
1　工程材料项目管理 …… 1
1.1　材料供应管理 …… 1
1.1.1　材料采购 …… 1
1.1.2　采购材料的验证 …… 4
1.1.3　材料的现场标识 …… 6
1.1.4　材料的搬运、防护 …… 8
1.2　周转料具租赁管理 …… 10
1.2.1　周转料具的收发 …… 10
1.2.2　周转料具的使用 …… 11
1.2.3　周转料具的保管 …… 11
1.2.4　周转料具的结算 …… 11
1.3　材料员职责 …… 12
2　建筑材料的基本性质 …… 14
2.1　材料的物理性质 …… 14
2.1.1　与质量有关的性质 …… 14
2.1.2　与水有关的性质 …… 16
2.1.3　材料的热工性质 …… 19
2.2　材料的力学性质 …… 21

1　工程材料项目管理

1.1　材料供应管理

1.1.1　材料采购

（1）采购计划　由建筑企业依据建筑施工图和施工进度以及材料消耗定额提出材料需用计划及采购要求。材料需用计划必须说明材料的名称、规格、型号、需用数量、进货时间等。必要时，应提出使用要求及验收标准和质量保证要求。材料采购部门根据材料需用计划的内容及要求，对市场进行调查分析，结合本单位的实际情况，编写采购计划。

（2）采购合同　材料采购部门负责起草材料采购合同条款，并组织合同谈判签约。

材料采购合同应包括以下内容：材料的名称、规格、型号、数量、单价；材料的产地或牌号；质量、技术标准和检验方法；交（提）货及验收方法、包装标准、运输方式、交货期限；结算方式及违约责任。

（3）材料生产厂家评价

1）对材料生产厂家的评价：首先材料采购部门

根据采购计划表的具体要求，提出推荐的生产厂家名单，并对其进行评价。评价内容包括：

①评价生产厂家的技术能力是否满足所供材料的技术要求；

②评价生产厂家的质保体系是否满足施工方质保要求的能力；

③评价生产厂家的供应能力是否能按采购合同的要求供应满足工程需要的材料。

合格生产厂家的条件：能提供采购物资质量方面的合格文件；具有良好的市场信誉，价格合理；提供合格的物资，并保证物资质量的持续稳定性；满足进度要求。

2）对生产厂家的调查：实地考察或向生产厂家直接索取资料，也可向生产厂家的老客户了解其业绩。

对生产厂家调查步骤：

①材料采购部门推荐生产厂家，填写生产厂家调查报告有关内容，并送主管领导批准。

②材料采购部门对于可信度不高、规模较小的厂家应从严调查，对于持有市、省、部、国家颁发的免检证书或获得 ISO9000 族标准证书的厂家，则可减少一些手续。

③对已经建立供货关系一年以上的生产厂家，可

以综合分析过去的供货情况进行评价。

④对于中间供应商不但要调查中间供应商本身经营情况，而且必须提供合格生产厂家的材料。

⑤材料采购部门把收集到的资料填写在生产厂家调查报告相应栏目内，作出调查结论，调查人签字，注明日期。

3）评价方法：

①对生产厂家的技术能力和质保体系进行评价；

②对采购材料的技术资料进行评价；

③对采购材料的试验结果进行评价；

④对生产厂家的供应历史和业绩进行评价。

由材料采购部门负责人填写生产厂家评价表的有关内容，对供应能力进行评价后，签字，并注明日期。材料采购部门负责人将生产厂家评价表和生产厂家调查报告送相应级别的技术质量部门进行评价。一般情况下，评价人员和调查人员不能为同一人。技术质量部门根据生产厂家调查报告的内容，按上述评价方法，评价厂家是否具有施工方质保要求的能力和所要求的规范标准，并将评价意见填写在生产厂家评价表的相应栏内，签字并注明日期。

4）对生产厂家的审核、批准：

①材料采购部门负责人将各部门已签意见的生产厂家评价表及生产厂家调查报告以及相关的资料送主

管领导审批。

②批准为合格生产厂家后，材料采购部门将其编成合格生产厂家名单，由部门负责人审批。

③合格生产厂家名单复印件分发给有关材料采购部门、技术质量部门。

5）对合格生产厂家的复审

①确定合格生产厂家的同时，应结合具体情况规定“复审期”，届时对其验证、复评。一般情况下，复评周期不超过一年。

②在复评期内，如发现合格生产厂家提供不合格的材料时，应分析原因，重新进行评定。

③对一年以上无供应关系的合格生产厂家启用时，要进行复评。

对于在市场上购买的一般材料，对生产厂家不进行评价，但所购材料必须有产品合格证，需要时加强进货检验。通过中间供应商采购的材料，必须是合格生产厂家的产品。

1.1.2 采购材料的验证

（1）进货检验和试验

1）采购材料到货后，仓库管理员对到货的材料名称、规格、型号、数量与送料单或验收单上的相应项目内容是否一致进行核对验收，填写到货材料记录，并送一份给项目部质量组，对于水泥、钢材等物

资应同时将材质合格证书交给项目部质量组。

2）项目部质量组根据到货材料记录确定检验或试验项目，通知现场试验员和建设方指定的监理人员按规定抽取试样，并填写试验委托单且签字。

3）试验室按标准进行试验，并及时填写试验报告，试验报告交委托单位项目技术质量组。

4）对需要验证的材料，项目部技术质量组根据材质证书等对进货物资进行验证，必要时邀请专业人员参加验证。

5）若检验或验证合格，项目部技术质量组填写检验/验证结果通知单，通知材料组收货和使用。

6）若检验或验证不合格，按以下步骤处理：

①不合格品由仓库管理员进行隔离堆放，予以标识，并由项目部质量组填写材料不合格品报告，如属材料性能指标不合格，应附上有效的材料检验报告。

②不合格品在没有决定处置办法前不得发放使用。

③材料组根据不合格品报告提出处置意见并组织实施，将实施结果填入不合格品报告并通知有关使用部门。材料组在发放决定降级使用产品限制使用范围的材料时，应在该批材料上用挂牌等方式予以标识，同时在领料单上说明，便于使用单位按说明及标识控制使用。

④项目部技术质量组对处理结果进行验证，将验证结果填入不合格品报告。

⑤对于供应不合格品的生产厂家，材料组在生产厂家的档案中记入，作为复评生产厂家的资料。

（2）常规的检验和试验项目

1）水泥要进行安定性和强度试验，发生超过规定期限或受潮等情况时，要进行复检。

2）钢筋、钢丝做力学性能试验，有特殊要求时还要做化学分析试验。

3）混凝土配合比要进行试配，以立方体强度调整确定配合比，保证设计强度。

4）混凝土外加剂使用前进行功能试验。

5）其余材料的检验和试验执行国家有关规定。

1.1.3 材料的现场标识

（1）采购材料的标识

1）对在包装及标签上有材料的名称、规格、出厂日期、生产厂家等内容标识的材料（如钢材、袋装水泥等），在运输过程中应对材料的标识妥善地保护，防止标识损坏和丢失。

2）对无附带标识的材料（如散装水泥、砂、石等材料），应通过文件记录对其进行跟踪，记录材料的产地、生产厂家、进货日期等，并在堆放区容易看到的地方用标识牌注明物资的标识内容。

3）材料验证合格，仓库管理员负责进行标识，不同标识的材料应分开堆放。

4）标识内容应填写清楚，应包括材料名称、规格、型号，必要时，应注明厂家。

（2）材料使用过程的标识

1）发放过程的标识：发放材料时，应在领用单上注明用途，如整批领用将标识一同领走；如领用部分材料，必要时，仓库管理员应复制标识由领料人带走，原标识保留在存放点。

2）转运过程的标识：材料从仓库运到使用地点时，有标识的材料应妥善保护其标识，无附带标识的材料应在转运过程中进行跟踪，检查装货、卸货、运输过程，防止出现混淆，转运到新存放点后及时加设标识。

3）使用过程的标识：在材料使用过程中应对材料的标识进行保护，施工员或作业班组长负责使用时标识的管理，本批材料用完后应将其标识立即销毁。

4）剩余材料的标识：在使用过程中如非一次性用完领用的材料，应尽量保留材料上的标识在剩余部分上，如标识毁坏，应对标识进行移植，标识的移植方式视材料的特性而定，一般用油漆标识、原标识转贴、设标识牌等。

5）采购材料试验状态标识：

①材料的检验和试验状态一般分为以下四种：材料未进行检验（待检）；材料已经检验但尚待判定（已检待判）；材料通过检验合格（检验合格）；材料经检验判定为不合格（检验不合格）。

②状态标志识的形式和要求：产品状态标识的形式随产品的类别和所处的环境而定，可采用标记、标签、印章、生产线路卡及划分存放地点挂牌来区分。要特别保护标识，防止涂改、丢失，确保标识内容清晰可见。

产品的状态标识是非唯一性的，在生产过程中状态变化，标识也相应改变。

1.1.4 材料的搬运、防护

（1）材料的搬运

1）负责材料搬运的人员根据不同产品重量、尺寸及受环境条件影响的程度，规定不同产品的搬运方法，采用不同的搬运工具，按指定装卸位置实施控制。

2）搬运装卸时，对材料标识应采取防护措施，维护标识的完整性。

3）卸料前应检查堆场的垫木是否牢固，卸料时分层卸取，严禁从中间抽取。

4）零散材料，应按品种、规格分开装卸，以免混杂。

5）水泥应按品种、牌号分开运输，加盖篷布，防止雨淋受潮。

6）砂、石料应按不同规格分车（船）运输。

7）大宗物资应尽可能卸在靠近用料地点，避免二次装卸和转运。

8）易燃、易爆等危险物品，应按有关规定指定专人护送。

（2）材料的贮存、防护

1）对验证合格的材料，仓库管理员按规定办理入库手续，并根据不同品种、规格、型号、特性存放在相应的区域或库房，使贮存布局合理，便于管理，方便搬运。

2）对库内的摆放，也要按品种、规格分别存放，做好贮存环境的控制，确保材料不受损、不变质。

3）对于有标识的材料，堆放时，使标识外露，以便查找。

4）露天存放的材料应有防雨、防水、防潮、防破损、防盗措施。

5）易燃、易爆、易挥发等材料应设专库贮存，且要有 防火与灭火的措施和器具，并设置危险标记牌。

6）对有有效期的产品，根据出厂日期和牌号分别存放，并控制在有效期内使用，对超过有效期的材

料应进行复检。

7）仓库管理员对贮存的材料应经常进行质量检查，发现变质、损坏应填写产品变质、损坏处理报告，将变质、损坏的材料交质量组验证，并签字、注明日期。

8）贮存的材料由仓库管理员作好标识，防止混料和错发料。

9）按有关规定建立仓库防火、防水、防盗措施，对仓库管理员加强安全教育。

10）材料发放时，仓库管理员必须按规定办理材料发放手续。

1.2 周转料具租赁管理

1.2.1 周转料具的收发

1）凡进出场（库）的钢管、木材、机具等均应有租方与被租方双方专人收发，并做好记录，其内容包括料具的型号、数量、进（出）场（库）日期等。

2）对进场（库）的料具，应检查破损情况，如发现料具被裁截或损坏，应按当地料具结算赔偿价格进行处罚。

3）料具一经收发完毕，双方人员应签字办理交（退）款手续。

1.2.2 周转料具的使用

(1) 周转料具租赁后，在使用期间，不能随意被切割、开洞、焊接或改制。

(2) 对钢管、钢模板等料具，不能从高空抛下或挪作它用（搭桥铺路等）。

1.2.3 周转料具的保管

(1) 将各类料具摆设整齐，场容整洁，并做到帐物相符。

(2) 对各次使用的钢管、钢模板等，应派专人定期进行修整、涂漆等保养工作。

(3) 对入库的料具，应分别建档，保存帐册、报表等原始记录，同时应防火、防盗、防止霉烂变质等现象发生。

1.2.4 周转料具的结算

(1) 各施工单位应根据当地的材料租赁价格，对周转料具租赁押金及租赁单价作出相应的价格表。

(2) 在周转料具租赁期间，对不同的损坏情况，应作出相应的赔偿规定。

(3) 对严重变形的料具，应作报废处理。

(4) 对租期不超过一个月的，租赁费应按实际天数进行计算。

(5) 对租期不超过二个月以上的，租赁费按月进行结算。最后一个月租方交货完毕与料具主管部门结

算清楚，主管部门以押金扣清租金、赔偿费及管理费。押金有余，主管部门及时清退给租方，租方押金不够抵还时，应一次补齐。

（6）租赁方必须在材料主管部门办理周转料具租赁协议书（合同），双方签字盖章后发货。

（7）如每月结算租赁费，租方不按时付款时，应每天按一定比例收取滞纳金。

（8）对不按时清退周转料具，又不按时交租赁费的，除追究法律责任外，仍按每日一定比例的滞纳金处以罚款。

1.3 材料员职责

（1）按材料预算或包干指标，结合施工进度计划，并与现场统计员或工长配合，按时提出月度用料计划。

（2）做好材料收、发工作。做到亲自点数、检尺、量方、过磅，发现质量差或其他问题时，要及时与供（送）料方联系处理。在办验收前，要认真核对验收记录，无误后方可签证。

（3）执行限额领料制度，并认真审核限额用料数量。无限额领料单不予发料，节超数据要准确，原因要清楚，超用材料须有超用报告，经有关领导审批后方可供料。

（4）加强周转材料管理。坚持按生产计划与进度需求办理租赁、调拨、拆除，不用者应及时退租（库）。做到专料专用，现场无积压，不占用。

（5）执行包装品回收制度，对包装品不得擅自销售和处理。应做到及时回收利用。

（6）认真搞好帐务处理，按财务要求建帐、记帐，做到帐物相符，现场小库要整洁有序。同时，要求在工程竣工后，做出主要材料消耗节超对比分析表（同预、决算对比），上报材料主管部门。

（7）材料采购人员，要本着对企业负责、对工程质量负责的精神，认真搞好材料采购，做到比质、比价、比运距、算成本，按时、准确完成采购任务。

（8）严格执行统计工作。认真、及时、准确、全面地做好各种统计报表，各种凭证单据要按月进行装订保存备查。

2　建筑材料的基本性质

建筑材料是指用于建造建筑物和构筑物所用的材料，是建筑工程的物质基础。为了使建筑物和构筑物安全、适用、耐久、经济，必须充分了解和掌握各种材料的性质和特点，从而能正确、合理地选择和使用建筑材料，使其在性能上满足使用要求。

2.1　材料的物理性质

2.1.1　与质量有关的性质

（1）密度　密度是材料在绝对密实状态下，单位体积的质量。密度的计算式如下：

$$\rho = \frac{m}{V}$$

式中　ρ——密度（g/cm^3 或 kg/m^3）；

m——干燥材料的质量（g 或 kg）；

V——材料在绝对密实状态下的体积（cm^3 或 m^3）。

（2）表观密度　表观密度是材料在自然状态下，单位体积的质量。表观密度的计算式如下：

$$\rho_0 = \frac{m}{V_0}$$

式中 ρ_0——表观密度（g/cm^3 或 kg/m^3）；

m——材料的质量（g 或 kg）；

V_0——材料在自然状态下的体积（cm^3 或 m^3）。

（3）堆积密度 堆积密度是指疏松状（小块、颗粒、纤维）材料，单位堆积体积的质量。计算公式如下：

$$\rho'_0 = \frac{m}{V'_0}$$

式中 ρ'_0——堆积密度（kg/m^3）；

m——材料的质量（kg）；

V'_0——材料的堆积体积（m^3）。

（4）密实度 密实度是材料体积内固体物质所充实的程度。密实度的计算式如下：

$$D = \frac{V}{V_0} = \frac{\rho_0}{\rho}$$

（5）孔隙率 孔隙率是材料体积内孔隙体积与材料总体积（自然状态）的比率。孔隙率的计算式如下：

$$P = \frac{V_0 - V}{V_0} = 1 - \frac{V}{V_0} = 1 - \frac{\rho_0}{\rho}$$

可见　　$P + D = 1$

所以密实度和空隙率值不必相提并论，通常以孔隙率来表征材料的密实程度。

2.1.2　与水有关的性质

（1）亲水性与憎水性　材料与水接触时，根据材料表面被水润湿的情况，分为亲水材料和憎水材料两大类。

在材料、水和空气三相的交点处，沿水滴表面所引切线与材料表面所成的夹角——润湿角 α，如果 $\alpha < 90°$时，这种材料属于亲水性材料；如果 $\alpha > 90°$时，这种材料属于憎水性材料。

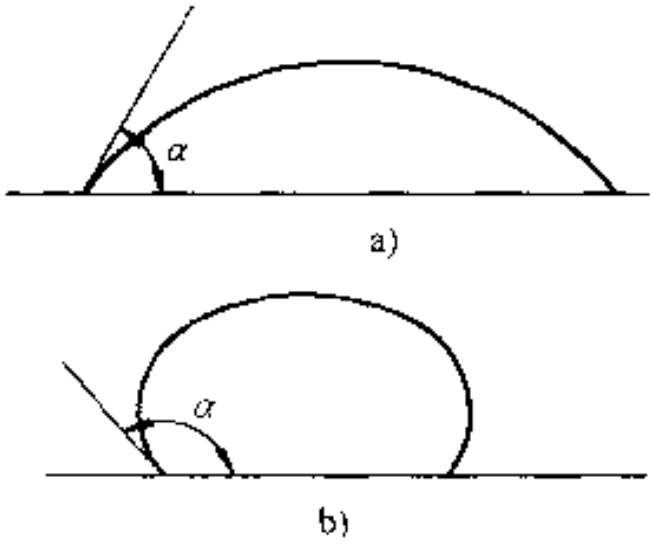


图 2-1　亲水性和憎水性材料

a）亲水材料　b）憎水材料

（2）吸水性　材料能在水中吸水的性质，称为材料的吸水性。吸水性的大小用吸水率表示。质量吸水

率的计算式如下

$$W = \frac{m_1 - m}{m} \times 100\%$$

式中 W——材料的质量吸水率（%）；

m——材料质量（干燥）（g）；

m_1——材料吸水饱和后质量（g）。

体积吸水率的计算式如下：

$$W_0 = \frac{m_1 - m}{V_0} \times 100\%$$

式中 W_0——材料的体积吸水率（%）；

V_0——材料在自然状态下的体积（cm^3）；

$m_1 - m$——所吸水质量（g）即所吸水的体积（cm^3）。

通常所说的吸水率，常指材料的质量吸水率。

（3）吸湿性 材料在潮湿空气中吸收水分的性质称为吸湿性。吸湿性的大小用含水率来表示。材料含水率是材料含水质量与材料的干质量之比，其计算式如下：

$$W = \frac{m' - m}{m} \times 100\%$$

式中 W——材料的含水率（%）；

m——材料干重（g）；

m'——材料湿重（g）。

（4）耐水性　材料在吸水饱和状态下，不发生破坏，强度也不显著降低的性能，称为材料的耐水性。耐水性用软化系数表示：

$$K_R = f_1 / f_0$$

式中　K_R——材料的软化系数；

f_0——材料在干燥状态下的强度；

f_1——材料在吸水饱和状态下的强度。

对经常受潮或位于水中的工程，材料的软化系数应不低于 0.75。软化系数在 0.85 以上的材料，可以认为是耐水的。

（5）抗冻性　抗冻性是指材料在吸水饱和状态下，能经受反复冻融作用而不破坏，强度无显著降低的性能。抗冻性以试件在冻融后的质量损失、外形变化（破裂）或强度降低不超过一定限度时所能经受的冻融循环次数表示，或称抗冻等级。

材料的抗冻等级可分为 F15、F25、F50、F100、F200 等，按材料所处部位和当地气候条件适当选定。

材料的抗冻性与材料的强度、孔结构、耐水性和吸水饱和程度有关。

抗冻性良好的材料，对于抵抗温度变化、干湿交替等风化作用的能力也强。所以，对处于温暖地区的工程，虽无冰冻作用，为抵抗大气的风化作用，确保其耐久性，对材料往往也提出一定的抗冻性要求。

（6）抗渗性　抗渗性是材料在压力水作用下抵抗水渗透的性能。材料的抗渗性用渗透系数表示。渗透系数的计算式如下：

$$K = \frac{Qd}{AtH}$$

式中　K——渗透系数（$cm^3/cm^2 \cdot h$）；

Q——渗水量（cm^3）；

A——渗水面积（cm^2）；

d——试件厚度（cm）；

H——静水压力水头（cm）；

t——渗水时间（h）。

抗渗性的另一种表示方法是试件能承受逐步增高的最大水压而不渗透的能力，通称材料的抗渗等级，如 P4、P6、P8、P10……等，表示试件能承受逐步增高至于 0.4MPa、0.6MPa、0.8MPa、1.0MPa，……水压而不渗透。

2.1.3　材料的热工性质

（1）导热性　当材料两面存在温度差时，热量从材料一面通过材料传导至另一面的性质，称为材料的导热性。导热性用热导率表示。热导率的定义和计算式如下：

$$\lambda = \frac{Qd}{FZ(t_2 - t_1)}$$

式中　λ——热导率（W/（m·K））；

Q——传导的热量（J）；

d——材料厚度（m）；

F——热传导面积（m^2）；

Z——热传导时间（h）；

(t_2-t_1)——材料两面温度差（K）。

几种典型材料的热工性质指标见表 2-1。

表 2-1　几种典型材料的热工性质指标

材　　料	热导率 [W/（m·K）]	比热 /［J/（g·K）］
铜	370	0.38
钢	55	0.46
花岗岩	2.9	0.80
普通混凝土	1.8	0.88
烧结普通砖	0.55	0.84
松木（横纹）	0.15	1.63
泡沫塑料	0.03	1.30
冰	2.20	2.05
水	0.60	4.19
密闭空气	0.025	1.00

（2）热容量和比热　材料在受热时吸收热量，冷却时放出热量的性质称为材料的热容量。单位质量材料温度升高或降低 1K 所吸收或放出的热量称为热容

量系数或比热。比热的定义及计算式如下：

$$C = \frac{Q}{m(t_2 - t_1)}$$

式中 C——材料的比热（J/（g·K））；

Q——材料吸收放出的热量（J）；

m——材料质量（g）；

$(t_2 - t_1)$——材料受热或冷却前后的温差（K）。

比热与材料质量的乘积 C·m，称为材料的热容量值，它表示材料温度升高或降低 1K 所吸收或放出的热量。

（3）热阻和传热系数　热阻是材料层（墙体或其他围护结构）抵抗热流通过的能力，热阻的定义及计算式为

$$R = d/\lambda$$

式中 R——材料层热阻（$(m^2 \cdot K)/W$）；

d——材料层厚度（m）；

λ——材料的热导率（W/（m·K））。

热阻的倒数 $1/R$ 称为材料层的传热系数。

2.2　材料的力学性质

2.2.1　材料的强度

材料的强度是材料在应力作用下抵抗破坏的能力。根据外力作用方式，材料强度有抗拉、抗压、抗

剪、抗弯（抗折）强度等。

材料的抗拉、抗压及抗剪强度的计算式如下：

$$f_{max} = \frac{F_{max}}{A}$$

式中 f_{max}——材料的极限强度（MPa）；

F_{max}——材料破坏时最大荷载（N）；

A——试件受力面积（mm）。

对于矩形截面的试件，抗弯强度的计算式为：

$$f_m = \frac{3F_{max}l}{2bh^2}$$

式中 f_m——材料的抗弯极限强度（MPa）；

F_{max}——弯曲破坏时的最大集中荷载（N）；

l——两支点的间距（mm）；

b、h——分别为受弯试件截面的宽和高（mm）。

2.2.2 弹性和塑性

材料在外力作用下产生变形，外力去除后，变形消失，材料恢复原有形状的性能称为弹性。荷载与变形之比，或应力与应变之比，称为材料的弹性模量。

如材料在外力作用下产生变形，外力去除，有一部分变形不能恢复，这种性质称为塑性，不能恢复的变形，称为塑性变形。

2.2.3 脆性和韧性

材料受力达到一定程度时，突然发生破坏，并无

明显的变形，材料的这种性质称为脆性。脆性材料的另一特点是抗压强度高而抗拉、抗折强度低。

材料在冲击或动荷载作用下，能吸收较大能量而不破坏的性能，称为韧性或冲击韧度。韧性以试件破坏时单位面积所消耗的功表示，计算公式如下：

$$\alpha_k = \frac{W_k}{A}$$

式中 α_k——材料的冲击韧度（J/mm²）；

W_k——试件破坏时所消耗的功（J）；

A——试件净截面积（mm²）。

脆性材料的另一特性是冲击韧度低。

2.2.4 硬度和耐磨性

（1）硬度 硬度是材料表面的坚硬程度，是抵抗其他物体刻划、压入其表面的能力。通常用刻划法、回弹法和压入法测定材料的硬度。

刻划法用于天然矿物硬度的划分，按滑石、石膏、方解石、萤石、长石、石英、黄晶、刚玉、金刚石的顺序分为10个硬度等级。

回弹法用于测定混凝土表面硬度，并间接推算混凝土的强度；也用于测定陶瓷、砖、砂浆、塑料、橡胶、金属等的表面硬度并间接推算其强度。

压入法用于测定金属（包括建筑钢材）、木材等的硬度。

（2）耐磨性　耐磨性是材料表面抵抗磨损的能力。材料的耐磨性用磨耗率表示，计算公式如下：

$$Q_{ab} = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100\%$$

式中　Q_{ab}——材料的磨损率（%）；

m_1——试件磨耗前的质量（g）；

m_2——试件磨耗后的质量（g）。

3　水泥、石灰、石膏

3.1　水泥

水泥是水硬性胶凝材料，不仅可用于地上工程而且适用于水中或潮湿环境中的工程。

水泥有很多品种。按其性质和用途可分为通用水泥、专用水泥和特种水泥。通用水泥是工业与民用建筑等土木工程中应用最为广泛的水泥，它包括六大品种：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。专用水泥是以所用工程的名称来命名的。特种水泥是具有某种突出特性的水泥，如膨胀水泥、快硬水泥等。按水泥的矿物组成则可分为：硅酸盐水泥、铝酸盐水泥、硫铝酸盐水泥、铁铝酸盐水泥等。

3.1.1　通用水泥

通用水泥名称、代号、强度等级、特征、技术指标见表 3-1、3-2。

表 3-1　通用水泥的特征、代号及强度等级

名称	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
代号	P.Ⅰ P.Ⅱ	P.O	P.S	P.P	P.F	P.C
强度等级	42.5、42.5R 52.5、52.5R 62.5、62.5R	32.5、32.5R 42.5、42.5R 52.5、52.5R	32.5、32.5R 42.5、42.5R 52.5、52.5R	32.5、32.5R 42.5、42.5R 52.5、52.5R	32.5、32.5R 42.5、42.5R 52.5、52.5R	32.5、32.5R 42.5、42.5R 52.5、52.5R
主要成分	以硅酸盐水泥熟料为主，不掺或掺加不超过5%的混合材料	硅酸水泥熟料掺活性混合材料＜15%或非活性混合材料10%	硅酸盐水泥熟料掺20%～70%的粒化高炉矿渣	硅酸盐水泥熟料掺20%～50%的火山灰质材料	硅酸盐水泥熟料掺20%～40%的粉煤灰	硅酸盐水泥掺＞15%，≤50%的混合材料
特性	1. 硬化快，强度高 2. 水化热高 3. 抗冻性好 4. 耐热性差	1. 早期强度高 2. 水化热较高 3. 抗冻性较好 4. 耐热性较差 5. 耐腐蚀性较差	1. 硬化慢，早期强度低，后期强度增长较快 2. 水化热较低 3. 抗冻性较差 4. 耐腐蚀性较好 5. 耐热性较好 6. 易碳化	1. 抗渗性较好 2. 耐热性较差 3. 其他同矿渣水泥	1. 干缩性较小 2. 抗裂性较好 3. 其他同矿渣水泥	3d 龄期强度高于矿渣水泥，其他同矿渣水泥

表 3-2　通用水泥各龄期的强度要求

品　种	强度等级	抗压强度/MPa		抗折强度/MPa	
		3d	28d	3d	28d
硅酸盐水泥	42.5	17.0	42.5	3.5	6.5
	42.5R	22.0	42.5	4.0	6.5
	52.5	23.0	52.5	4.0	7.0
	52.5R	27.0	52.5	5.0	7.0
	62.5	28.0	62.5	5.0	8.0
	62.5R	32.0	62.5	5.5	8.0
普通硅酸盐水泥	32.5	11.0	32.5	2.5	5.5
	32.5R	16.0	32.5	3.5	5.5
	42.5	16.0	42.5	3.5	6.5
	42.5R	21.0	42.5	4.0	6.5
	52.5	21.0	52.5	4.0	7.0
	52.5R	26.0	52.5	5.0	7.0
矿渣水泥 火山灰质水泥 粉煤灰水泥	32.5	10.0	32.5	2.5	5.5
	32.5R	15.0	32.5	3.5	5.5
	42.5	15.0	42.5	3.5	6.5
	42.5R	19.0	42.5	4.0	6.5
	52.5	21.0	52.5	4.0	7.0
	52.5R	23.0	52.5	4.5	7.0
复合水泥	32.5	11.0	32.5	2.5	5.5
	32.5R	16.0	32.5	3.5	5.5
	42.5	16.0	42.5	3.5	6.5
	42.5R	21.0	42.5	4.0	6.5
	52.5	21.0	52.5	4.0	7.0
	52.5R	26.0	52.5	5.0	7.0

注：表中 R 表示早强型，其他为普通型。

3.1.2 其他品种水泥

（1）铝酸盐水泥　铝酸盐水泥是以石灰岩和矾土为主要原料，配制成适当成分的生料，烧至全部或部分熔融所得以铝酸钙为主要矿物的熟料，经磨细而成的水硬性胶凝材料，代号 CA。铝酸盐水泥按 AlO 含量分为四类。

1）强度：各类铝酸盐水泥不同龄期强度值不低于表 3-3 的规定。

表 3-3　铝酸盐水泥的强度要求

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	85	3.0	5.5	6.5	10.0
CA—60		20	45			2.5	5.0	
CA—70		30	40			5.0	6.0	
CA—80		25	30			4.0	5.0	

2）应用：适用于抢修及需早强的工程，冬季施工及防水耐硫酸盐腐蚀的工程。不宜高温施工，不得与石灰和硅酸盐类水泥混用。

（2）快硬硅酸盐水泥　凡以硅酸盐水泥熟料和适量石膏磨细制成的，以 3d 抗压强度表示标号的水硬性胶凝材料，称为快硬硅酸盐水泥（简称快硬水泥）。

1）技术性能：快硬硅酸盐水泥的标号以 3d 抗压强度来表示，分为 32.5 号、37.5 号和 42.5 号三个

标号。

2）应用：适用于要求早期强度高的工程，紧急抢修工程及低温施工工程。不适宜用于大体积混凝土。

（3）快凝快硬硅酸盐水泥　凡以适当成分的生料烧至部分熔融，所得以硅酸三钙、氟铝酸钙为主的熟料，加入适量的硬石膏、料化高炉矿渣、无水硫酸钠，经过磨细制成的一种凝结快、小时强度增长快的水硬性胶凝材料，称为快凝快硬硅酸盐水泥。

1）技术性能：快凝快硬硅酸盐水泥的标号按4h强度而定，分为双快－150、双快－200两个标号。

2）应用：用于紧急抢修工程。根据气温高低掺加缓凝剂。快凝快硬硅酸盐水泥不得与其他任何品种水泥混合使用。

（4）白色硅酸盐水泥　由白色硅酸盐水泥熟料加入适量石膏，磨细制成的水硬性胶凝材料称为白色硅酸盐水泥，简称白水泥。

1）技术性能：白水泥标号以28d抗压强度来表示，分为32.5号、42.5号、52.5号和62.5号4个标号。按白度分为特级、一级、二级和三级四个等级。

2）应用：适用于建筑物内外表面的装饰工程。配制彩色水泥、彩色混凝土、彩色人造大理石、水磨

石等。使用时严禁混入其他物质，搅拌、运输等工具必须清洗干净，以免影响白度。

（5）中低热水泥　中低热水泥是中热硅酸盐水泥和低热矿渣硅酸盐水泥的总称。凡以适当成分的硅酸盐水泥熟料，加入适量石膏，磨细制成的具有中等水化热的水硬性胶凝材料，称为中热硅酸盐水泥；凡以适当成分的硅酸盐水泥熟料，加入20%～60%的矿渣、适量石膏，磨细制成的具有低水化热的水硬性胶凝材料，称为低热矿渣硅酸盐水泥。适用于港口、码头、大坝等水工建筑物，大型设备基础以及高层建筑物的基础筏板等的混凝土工程多为厚大体积且连续浇筑的混凝土工程。

3.1.3　水泥的验收、贮运及受潮处理

（1）水泥的验收

1）水泥到货后应根据供货单位的发货明细表或入库通知单及质量合格证，核对水泥包装上所注明的工厂名称、水泥品种、名称、代号和强度等级、包装日期、生产许可证编号等是否相符。

2）水泥供货分散装和袋装两种。散装水泥用专用车辆运输，以“吨”为计量单位，袋装水泥以“吨”或“袋”为计量单位，每袋水泥重量应为（50±1.0）kg。散装水泥平均堆密度为1450kg/m^3；袋装压实的水泥为1600kg/m^3。

3）棚车到货的水泥，验收时应检查车内有无漏雨情况；敞车到货的水泥应检查有无受潮现象。

（2）水泥的运输与贮存

1）不同品种、强度等级和出厂日期的水泥应分别贮运，不得混杂，应考虑先存先用，不可贮存过久。

2）水泥贮存期不宜过长，以免受潮降低水泥强度。

贮存期通用水泥为 3 个月，铝酸盐水泥 2 个月，快硬水泥 1 个月。过期水泥使用前须重新测定强度，按实测强度使用。

3）贮存水泥的库房必须干燥。若地面有良好的防潮层并以水泥砂浆抹面，可直接贮存水泥；否则应用木料垫离地面 20cm。袋装水泥堆垛不宜过高，一般为 10 袋，如贮存时间短，包装袋质量好可堆至 15 袋。袋装水泥垛应距离墙壁 30cm 以上并设立标示牌。

（3）水泥受潮程度的鉴别与处理

1）水泥有松块、结粒情况，说明水泥开始受潮，应将松块、粒状物压成粉末并增加搅拌时间，经试验后根据实际强度等级使用。

2）水泥已部分结成硬块，表明水泥已严重受潮，使用时应筛去硬块，并将松块压碎，用于抹面砂浆等

非受力部位。

3）水泥结块坚硬，表明该水泥活性已丧失，不能按胶凝材料使用而只能重新粉磨后用作混合材料。

3.2 石灰

3.2.1 石灰的种类、组成、技术指标

（1）生石灰　以碳酸钙（$CaCO_3$）为主要成分的石灰石，经900℃高温煅烧，得到以氧化钙（CaO）为主要成分的生石灰。具体技术指标见表3-4。

若将块状生石灰磨细成粉末状的材料即为生石灰粉。其技术指标见表3-5。

（2）石灰粉、石灰浆、石灰膏　生石灰中淋以70%左右的水，得到颗粒细小、分散的消石灰粉。消石灰粉的主要技术指标见表3-6。

表3-4　建筑生石灰技术指标(JC/T479—1992)

项　　目	钙质生石灰			镁质生石灰		
	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
$CaO+MgO$ 含量(%) ≥	90	85	80	85	80	75
CO_2 含量(%)　　<	5	7	9	6	8	10
未消化残渣含量(%)<（5mm圆孔筛余）	5	10	15	5	10	15
产浆量(L/kg)　　≥	2.8	2.3	2.0	2.8	2.3	2.0

表 3-5　建筑生石灰粉技术指标（JC/T480—1992）

项　　目		钙质生石灰粉			镁质生石灰粉		
		优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
$CaO+MgO$ 含量（%）≥		85	80	75	80	75	70
CO_2 含量（%）　　<		7	9	11	8	10	12
细度	0.90mm 筛的筛余（%）　　<	0.2	0.5	1.5	0.2	0.5	1.5
	0.125mm 筛的筛余（%）　　<	7.0	12.0	18.0	7.0	12.0	18.0

表 3-6　建筑消石灰粉的技术指标（JC/T481—1992）

项　　目		钙质生石灰粉			镁质生石灰粉			白云石消石灰粉		
		优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
$CaO+MgO$ 含量（%）　≥		70	65	60	65	60	55	65	60	55
游离水（%）		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
体积安定性		~2	~2	~2	~2	~2	~2	~2	~2	~2
		合格	合格	—	合格	合格	—	合格	合格	—
细度	0.9mm 筛筛余（%）　　<	0	0	0.5	0	0	0.5	0	0	0.5
	0.125mm 筛筛余（%）　　<	3	10	15	3	10	15	3	10	15

将块灰和水放入化灰池中，经熟化得石灰浆，经沉淀并除去上层水分后，得到石灰膏。

石灰作为气硬性胶凝材料，具有以下技术性质：

1）可塑性好

2）硬化慢，强度低

3）耐水性差

4）收缩大

3.2.2 石灰的应用

（1）拌制灰土或三合土　灰土是将消石灰粉和粘土按一定比例拌合均匀，夯实而成。三合土是将消石灰粉、粘土和骨料按一定比例混合均匀并夯实。

（2）配制水泥石灰混合砂浆、石灰砂浆等。

（3）生产硅酸盐制品。

3.2.3 石灰的贮存和运输

（1）包装重量

生石灰粉：每袋净重 40 ± 1kg，50 ± 1kg。

消石灰粉：每袋净重 20 ± 1kg，40 ± 1kg。

（2）贮存　应分类、分等级贮存在干燥的仓库内，不宜贮存太久。

（3）运输　生石灰受潮熟化要放出大量的热，且体积膨胀，所以在运输中不得与易燃、易爆品同时运输，且应采取防水措施。

3.3 石膏

石膏主要成分是硫酸钙，在自然界中硫酸钙以两种稳定形态存在，一种是未水化的，叫做天然无水石膏，另一种是水化程度最高的，叫做生石膏。

生石膏即二水石膏（又称天然石膏），是含有两个结晶水的硫酸钙（$CaSO_4 \cdot 2H_2O$）。

生石膏硬度为2，密度为2.3～2.33/cm^3，微溶于水，具有较低热导率。

熟石膏是将生石膏加热至107～170℃时，部分结晶水脱出，即成半水石膏（$CaSO_4 \cdot 0.5H_2O$）。若温度升高至190℃以上，可失去全部水分而变为硬石膏，即无水石膏（$CaSO_4$）。半水石膏与无水石膏统称为熟石膏。熟石膏品种很多，建筑上常用的有建筑石膏、模型石膏、地板石膏、高强度石膏四种。

建筑石膏是将天然二水石膏等原料在一定温度下煅烧成熟石膏，再经磨细而成的白色粉末状物。

3.3.1 建筑石膏的技术标准

纯净的建筑石膏为白色粉末、密度为2.60～2.75g/cm^3，堆密度为800～1000/cm^3。《建筑石膏》（GB/T9776—1988）规定：建筑石膏按照其强度、细度、凝结时间分为优等品、一等品和合格品三个等级，见表3-7。

3.3.2 建筑石膏的技术性质

(1) 凝结硬化快

(2) 微膨胀性

(3) 多孔性

(4) 防火性

(5) 耐水性、抗冻性差

表 3-7 建筑石膏技术要求 (GB/T9776—1988)

技术指标		优等品	一等品	合格品
强度/MPa	抗折强度≥	2.5	2.1	1.8
	抗压强度≥	4.9	3.9	2.9
细度	0.2mm 方孔筛筛余 (%) ≤	5.0	10.0	15.0
凝结时间/min	初凝时间 ≥	6		
	终凝时间 ≤	30		

3.3.3 建筑石膏的应用

建筑石膏在建筑工程中可用作室内抹灰、粉刷、制造各种建筑制品以及水泥原料中的缓凝剂和激发剂。

4 混凝土性能与检验

以胶凝材料、水、粗细集料，必要时掺入化学外加剂或矿物质混合材料，按设计的配合比进行搅拌、成形、养护而得到的人造石材称为混凝土。

4.1 混凝土的性质

4.1.1 混凝土的分类

（1）按表观密度分

1）重混凝土：干表观密度大于2500kg/m^3，是用特别密实的重集料制成的混凝土。如重晶石混凝土等。

2）普通混凝土：干表观密度为1950～2500kg/m^3，是用普通的砂、石为集料制成的混凝土。

3）轻混凝土：干表观密度小于1950kg/m^3，又分为轻集料混凝土（干表观密度800～1950kg/m^3，采用轻集料如浮石、火山渣、膨胀珍珠岩等制成的混凝土）、多孔混凝土（干表观密度300～1200kg/m^3，如加气混凝土及泡沫混凝土等）、大孔混凝土（在混凝土组成中不加或少加细集料制成的混凝土）。

（2）按胶凝材料分

1）无机胶凝材料混凝土：如水泥混凝土、石膏混凝土等。

2）有机胶凝材料混凝土：如沥青混凝土、聚合物混凝土等。

（3）按使用功能分　有防水混凝土、结构混凝土、耐热混凝土、耐酸混凝土、耐碱混凝土、装饰混凝土和防辐射混凝土等。

（4）按施工工艺分　有普通浇筑混凝土、喷射混凝土、离心成型混凝土、泵送混凝土等。

（5）按配筋情况分　有素混凝土、钢筋混凝土、劲性混凝土、纤维混凝土、预应力混凝土等。

（6）按拌合物的流动性分　有干硬性混凝土、塑性混凝土和流动性混凝土等。

4.1.2　普通混凝土的集料

集料又称骨料，是均匀集于胶凝材料中呈颗粒状的，起填充及骨架作用的材料。集料约占混凝土体积的70%，其余是水泥和水组成的水泥浆和少量的空气。

按颗粒尺寸，集料分为粗细两类。粒径0.16～5.0mm的称为细集料；粒径5.0mm以上的称为粗集料。

按集料的制取方式分为天然集料、人造集料和工

业灰渣三种。普通混凝土是由水泥、水和普通砂石制成的干表观密度为 1950～2500kg/m^3 的混凝土。

（1）细集料　普通混凝土一般用粒径 5mm 以下的天然砂作为细集料。

1）细集料的分类：细集料有天然砂、人工砂和工业灰渣砂三类。

天然砂：有河砂、山砂和海砂。

人工砂：是岩石破碎后筛选而成。

工业灰渣砂：是工业废砂或灰渣，经试验合格后，也可代砂使用。

普通水泥混凝土常用天然砂作为细集料。

2）砂的密度：河砂的表观密度为 2.50～2.70g/cm^3。干燥状态下砂的堆密度为 1350～1650kg/m^3，空隙率为 35%～45%。

3）砂的含水率：在混凝土拌合物中，投入的干砂或未达饱和面干态的砂会吸收一部分拌合水，减少有效拌合水。其吸水速度最快阶段是加水搅拌开始的 10～15min。不同骨料的吸水率见表 4-1。

表 4-1　不同骨料的吸水率　　（%）

骨料种类	卵石		花岗石碎石		河砂
最大粒径尺寸/mm	19	9.5	19	9.5	5
湿拌合 5min 后	1.3	3.0	0.3	0.6	1.5
湿拌合 24h 后	1.9	3.7	0.4	0.7	1.8

4）砂的颗粒级配、粗细程度：砂的颗粒级配是指不同粒径的砂粒搭配比例状况。砂的粗细程度是指不同大小砂粒的混合体总的粗细程度。

砂的颗粒级配和粗细程度是用砂筛分析方法测定的，分别以级配曲线和以细度模数（μ_f）来划分的。

《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》（JGJ52—1992）规定，砂的三种级配应符合表 4-2 的要求。

普通混凝土用砂的细度按 μ_f 分为：粗砂：$\mu_f=3.7\sim3.1$；中砂：$\mu_f=3.0-2.3$；细砂：$\mu_f=2.2\sim1.6$；$\mu_f=1.5\sim0.7$ 为特细砂。砂的理想细度模数为 $\mu_f=2.75$ 左右。

5）砂中有害杂质的限量：为保证混凝土的质量，必须对集料中的有害杂质进行限制。有害杂质有泥块、土粉、有机物、碎云母片、硫化物、硫酸盐等。

含泥量：指粒径小于 0.08mm 的尘埃、淤泥、粘土的总含量。

泥块含量：是指砂中粒径大于 1.25mm，经水洗、手捏后变成小于 0.63mm 的颗粒的含量。

细集料中有害杂质的含量限量见表 4-3 的规定。

（2）粗集料　粒径大于 5mm 的集料称为粗集料。粗集料有天然粗集料、人造粗集料和工业灰渣三类。其中应用最为广泛的天然岩石集料是卵石和碎石。卵

石是在自然作用下形成的石粒，碎石是将天然岩石经机械破碎、筛分后得到表面粗糙、多棱角的石粒。卵石和碎石统称为石子。

表 4-2　砂级配区的规定（JGJ52—1992）

筛孔尺寸/mm	级配		
	Ⅰ区	Ⅱ区	Ⅲ区
	累计筛余百分率		
10.0	0	0	0
5.00	10～0	10～0	10～0
2.50	35～5	25～0	10～0
1.25	65～35	50～10	25～0
0.630	85～71	70～41	40～16
0.315	95～80	92～70	85～55
0.160	100～90	100～90	100～90

表 4-3　砂中有害杂质含量限值（JGJ52—1992）

项　　目	质量指标	
	≥C30 混凝土	<C30 混凝土
含泥量（按质量计，%）<	3.0	5.0
泥块含量（按质量计，%）<	1.0	2.0

（续）

项　　目	质量指标	
	≥C30 混凝土	<C30 混凝土
云母含量（按质量计，%）<	2.0	
轻物质含量（按质量计，%）<	1.0	
硫化物，硫酸盐含量（折算为 SO，按质量计，%）<	1.0	
有机物含量（用比色法试验）	颜色不应深于标准色，如深于标准色，则应以水泥砂浆进行强度对比试验，抗压强度比应不小于 0.95	

注：1. 对有抗冻、抗渗或其他特殊要求的混凝土用砂，其含泥量不应大于 3.0%；泥块含量不应大于 1.0%。

2. 对 C10 和 C10 以下的混凝土用砂，其含泥量可酌情放宽。

1）石子的密度：石子的密度一般为 2.55g/cm^3，表观密度为 2.50～2.90g/cm^3，在松散干燥状态下的堆密度为 1500～1800kg/m^3，空隙率为 37%～44%。

2）颗粒级配、最大粒径：颗粒级配是指大小不同的粗骨料颗粒相混合时，其混合的比率。即表示构成粗集料的不同粒径组之间的相互比例关系。颗粒级配有连续级配和间断级配两种。连续级配是指石子颗粒的尺寸由小到大连续分级，其中每一级石子都占适当的比例。间断级配是石子粒级间断的，缺少中间一

级或几级的级配。单粒级配是间断级配的一个特例。石子的颗粒级配在混凝土中起着重要作用，关系到混凝土拌合物的流动性、离析、泌水特性，以及水泥用量、混凝土强度和混凝土耐久性等。

石子的级配是通过筛分试验确定的，其颗粒级配应符合《普通混凝土用碎石或卵石质量标准》(JGJ53—1992）的规定。见表 4-4。

石子最大粒径是指石子各粒级的公称上限粒径。粗集料的最大粒径应在条件许可下选用大的，并应保证混凝土的浇灌成形质量，须考虑结构的截面尺寸、钢筋间距及施工机械条件等。根据《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204—2002）的规定，最大粒径不得超过结构截面尺寸的 1/4 且不得超过钢筋最小净间距的 3/4；对混凝土实心板，粗集料的最大粒径不得超过板厚的 1/3，并不得超过 40mm。

3）碎石或卵石中有害杂质含量的限量：碎石或卵石中有害杂质含量指的是含泥量、泥块含量、针及片状颗粒含量、硫化物及硫酸盐含量及有机物质含量等。有害杂质限量见表 4-5。

4）集料的碱活性：集料中具反应活性的 SiO_2 或碳酸盐类成分在一定条件下可与水泥中的碱产生破坏性化学反应，这种集料称为碱活集料。其含量不能超过 1%。

表 4-4　碎石或卵石级配

级配情况	公称粒级/mm	累计筛余 筛孔尺寸				
		2.5	5	10	16	20
连续粒级	5～10	95～100	80～100	0～15	0	—
	5～16	95～100	90～100	30～60	0～10	0
	5～20	95～100	90～100	40～70	—	0～10
	5～25	95～100	90～100	—	30～70	—
	5～31.5	95～100	90～100	70～90	—	15～45
	5～40	—	95～100	70～90	—	30～65
单粒级	10～20	—	95～100	85～100	—	0～15
	16～31.5	—	95～100	—	85～100	—
	20～40	—	—	95～100	—	80～100
	31.5～63	—	—	—	95～100	—
	40～80	—	—	—	—	95～100

范围的规定（JGJ53—1992）

（按重量计）（%）

（圆孔筛）/mm

25	31.5	40	50	63	80	100
—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—
0	—	—	—	—	—	—
0～5	0	—	—	—	—	—
—	0～5	0	—	—	—	—
—	—	0～5	0	—	—	—
0	—	—	—	—	—	—
—	0～10	0	—	—	—	—
—	—	0～10	0	—	—	—
—	75～100	45～75	—	0～10	0	—
—	—	70～100	—	30～60	0～10	0

表 4-5　碎石或卵石中有害杂质限量（JGJ53—1992）

项　　目	质量指标	
	≥C30 混凝土	<C30 混凝土
含泥量（按质量计，%）<	1.0	2.0
泥块含量（按质量计，%）<	0.50	0.70
针、片状颗粒含量（按质量计，%）<	15	25
硫化物，硫酸盐含量（折算为 SO_3，按质量计，%）<	1.0	
有机物含量（用比色法试验）	颜色不应深于标准色，如深于标准色，则配制成混凝土进行强度对比试验，抗压强度比应不小于 0.95	

注：1. 对有抗冻、抗渗或有其他要求的混凝土，其所用碎石或卵石的含泥量不应大于 1.0%；泥块含量不应大于 0.5%。

2. 对于 C10 或 C10 以下的混凝土用碎石或卵石的含泥量可酌情放宽；泥块含量可放宽到 1.0%。

5）强度、坚固性：碎石的强度用立方体抗压强度和压碎指标值表示，卵石的强度用压碎指标表示。在一般情况下，火成岩的抗压强度不小于 80MPa；变质岩的抗压强度不小于 60MPa；水成岩的抗压强度不小于 30MPa。

压碎指标值表示石子抵抗压碎的能力，可以间接

地推测相应的抗压强度。碎石或卵石的压碎指标值见表 4-6、表 4-7。

表 4-6　碎石的压碎指标值（JGJ53—1992）

岩石品种	混凝土强度等级	碎石压碎指标值（%）
水成岩	C55～C40	≤10
	≤C35	≤16
变质岩或深成的火成岩	C55～C40	≤12
	≤C35	≤20
喷出的火成岩	C55～C40	≤13
	≤C35	≤30

表 4-7　卵石的压碎指标值（JGJ53—1992）

混凝土强度等级	C55～C40	≤C35
压碎指标值（%）	≤12	≤16

坚固性：集料的坚固性是指抵抗各种物理因素作用的耐久性能。一般是使用直接冻融法或硫酸盐浸泡法来衡量石子的坚固性。一般的碎石和卵石都能满足坚固性的要求。

（3）混凝土拌合用水　拌制混凝土所用的水宜采用符合国家标准的生活饮用水。混凝土拌合用水质量应满足《混凝土拌合用水标准》（JGJ63—1989）的规定。

（4）砂、石子的贮运

1）砂、石在运输、装卸和堆放过程中，应防止颗粒离析和混入杂质，并应按产地、种类和规格分别堆放。

2）石子堆料高度不宜超过5m。对单粒级和最大粒径不超过20mm的连续粒级，堆料高度可达10m。

4.1.3 混凝土拌合物的和易性

混凝土各组成材料按一定比例经搅拌后尚未凝结硬化的材料称为混凝土拌合物。

（1）和易性 和易性是指混凝土拌合物易于施工操作并能获得质量均匀、成形密实的性能。和易性是一项综合技术性质，它包括流动性、粘聚性和保水性等三个主要方面。

流动性是指混凝土拌合物在自重或外力作用下，能产生流动，并均匀密实地填满模板的性能。

粘聚性是指混凝土拌合物在施工过程中其组成材料之间有一定的粘聚力，不致产生分层和离析的性能。

保水性是指混凝土拌合物在施工过程中，具有一定的保水能力，不致产生严重泌水的性能。

（2）和易性的评定 和易性是一综合性质，目前还没有一种科学的测试方法和定量指标能全面完整表达混凝土拌合物和易性。通常是测定混凝土拌合物的流动性，作为和易性的一个评价指标，辅以直观经验

观察粘聚性和保水性，来确定和易性。

流动性大小以“坍落度”或“维勃稠度”指标表示。“坍落度”适用于塑性和流动性混凝土拌合物，“维勃稠度”适用于干硬性混凝土拌合物。

1）坍落定测定：混凝土拌合物的坍落度应根据构件截面尺寸、钢筋疏密和捣实方法来确定。表 4-8 列出关于坍落度选择的规定。

表 4-8　混凝土浇筑时的坍落度

项　目	结 构 种 类	坍落度（mm）
1	基础或地面的垫层，无配筋的大体积结构或配筋稀疏的结构	10～30
2	板，梁或大型及中型截面的柱子等	30～50
3	配筋密列的结构（薄壁、斗仓、筒仓、细柱等）	50～70
4	配筋特密的结构	70～90

注：本表系采用机械振捣混凝土时的坍落度，采用人工捣实其值可适当增大。

需配制泵送混凝土时，应掺外加剂，坍落度应为 120～180。

根据《混凝土质量控制标准》的规定，混凝土拌合物按其坍落度大小可分为四级，见表 4-9。

此法适用于骨料最大粒径不大于 40mm，坍落度值不小于是 10mm 的混凝土拌合物。对于干硬性混凝土，其和易性测定应采用维勃稠度法。

表 4-9　混凝土拌合物流动性的级别（GB50164—1992）

级　别	名　　称	坍落度/mm
T1	低塑性混凝土	10～40
T2	塑性混凝土	50～90
T3	流动性混凝土	100～150
T4	大流动性混凝土	≥160

2）维勃稠度测定：混凝土拌合物根据其维勃稠度大小，可分为四级，见表 4-10。

表 4-10　混凝土拌合物流动性的级别（GB50164—1992）

级　别	名　　称	维勃稠度/s
V0	超干硬性混凝土	≥31
V1	特干硬性混凝土	30～21
V3	干硬性混凝土	20～11
V4	半干硬性混凝土	10～5

干硬性混凝土与塑性混凝土的差异在于前者水泥用量少、石子较多、流动性小，水泥用量相同时，强度高。

（3）影响和易性因素

1）水泥浆的数量与水泥浆的稠度：单位体积混凝土拌合物内水泥浆愈多，则拌合物流动性愈大。

水泥浆的稠度是用水灰比（W/C 是指水的质量与水泥质量之比）所决定的。在水泥用量不变时，水灰比愈小，水泥浆愈稠，混凝土拌合物的流动性便愈小。

无论是水泥浆的数量，还是水泥浆的稀稠都会影响着混凝土拌合物的和易性，对混凝土拌合物流动性起决定作用的是用水量的多少。因为增加水泥浆数量或增大水灰比最终表现为用水量的增加。工程实践表明，当使用确定的材料拌制混凝土时，即使水泥用量（$1m^3$ 混凝土）增减，但不超过 50～100kg 时，满足混凝土拌合物一定流动性所需的用水量为一常值。当水灰比在 0.40～0.80 范围时，根据粗骨料的品种、粒径及施工要求的混凝土拌合物稠度，其用水量可按表 4-11、表 4-12 选取。

表 4-11　塑性混凝土的用水量

（JGJ55—2000）　　（kg/cm^3）

拌合物稠度		卵石最大粒径/mm				碎石最大粒径/mm			
项目	指标	10	20	31.5	40	16	20	31.5	40
坍落度/mm	10～30	190	170	160	150	200	185	175	165
	30～50	200	180	170	160	210	195	185	175
	50～70	210	190	180	170	220	205	195	185
	70～90	215	195	185	175	230	215	205	195

表 4-12　干硬性混凝土的用水量

（JGJ55—2000）　　（kg/cm³）

拌合物稠度		卵石最大粒径/mm			碎石最大粒径/mm		
项目	指标	10	20	40	16	20	40
维勃稠度/s	15～20	175	160	145	180	170	155
	10～15	180	165	150	185	175	160
	5～10	185	170	155	190	180	165

2）砂率：砂率是指混凝土中砂的重量占砂、石总重量的百分率。

在设计混凝土各组成材料重量之间的比例时，为保证和易性应选择合理砂率。合理砂率是指当用水量及水泥用量一定条件下，能使混凝土拌合物获得最大的流动性而且保持良好的粘聚性和保水性的砂率；或者是使混凝土拌合物获得所要求的和易性的前提下，水泥用量最少的砂率。见表 4-13。

表 4-13　混凝土砂率选用表（JGJ55—2000）　（%）

水灰比	卵石最大粒径/mm			碎石最大粒径/mm		
	10	20	40	16	20	40
0.40	26～32	25～31	24～30	30～35	29～34	27～32
0.50	30～35	29～34	28～33	33～38	32～37	30～35
0.60	33～38	32～37	31～36	36～41	35～40	33～38
0.70	36～41	35～40	34～39	39～44	38～43	36～41

注：1. 本表数值系中砂的选用砂率，对细砂或粗砂，可相应地减少或增大砂率；

2. 只用一个单粒级粗骨料配制混凝土时，砂率应适当增大；

3. 对薄壁构件砂率取偏大值。

3）其他影响因素

水泥品种：水泥对和易性的要求主要表现在需水性方面。矿渣水泥和某些火山灰水泥拌合物的坍落度较普通水泥小。

骨料：骨料级配好，其空隙率小，填充骨料空隙所需水泥浆少，当水泥浆数量一定时，包裹于骨料表面的水泥浆层较厚，所以可改善混凝土拌合物的和易性。卵石混凝土比碎石混凝土流动性好。

温度、搅拌时间：混凝土拌合物的流动性随着温度升高而减小，温度提高 10℃，坍落度减少约 20～40mm。为使拌合物在夏季高温下具有给定的流动性需增加水量。

混凝土拌合物随着时间的延长而逐渐变得干稠，和易性变差。

外加剂：在混凝土拌合物中掺入减水剂、引气剂等外加剂，在不增加水泥用量的条件下，可改善混凝土拌合物的和易性。

4.1.4 混凝土的强度

混凝土的强度包括抗压强度、抗拉强度、抗弯（折）强度及与钢筋的粘结强度等。其中混凝土抗压强度最大，约为抗拉强度的 10～20 倍，工程上大都采用混凝土的立方体抗压强度作为设计依据，也是施工中控制评定混凝土质量的主要指标。

（1）混凝土抗压强度　混凝土抗压强度是指标准试件在压力作用下直至破坏时单位面积所能承受的最大应力。

标准试件是边长为 150mm 的立方体，标准条件是温度 20±3℃，相对湿度 90% 以上，养护至 28d 龄期。以 f_{cu} 表示。

测定混凝土立方体试块抗压强度，可根据粗集料最大粒径选用非标准尺寸的试件乘以换算系数得到相当于标准试件的结果，见表 4-14。

表 4-14　混凝土立方体试块尺寸的选择及换算系数

骨料最大粒径/mm	试件尺寸/mm	换算系数
≤31.5	100×100×100	0.95
40	150×150×150	1.00
60	200×200×200	1.05

（2）混凝土强度等级　混凝土强度等级是按立方体抗压强度标准值（$f_{cu,k}$）划分，用符号 C 与混凝土立方体抗压强度标准值（以 MPa 计）表示，普通混凝土有以下强度等级：C10、C15、C20、C25、C30、C35、C40、C45、C50、C55、C60。

不同工程或用于不同部位的混凝土对强度等级的要求不同。

C10～C15　多用于垫层、基础及荷载不大的混凝土构件。

C20～C30　用于一般的混凝土结构的梁、板、柱等承重构件。

C35以上　用于大跨、高层建筑。

(3) 影响混凝土强度的因素　混凝土抗压强度主要取决于水泥强度、水灰比、龄期、硬化时的温湿度以及施工条件。

1) 水泥强度和水灰比：在其他条件相同时，水泥强度愈高，则混凝土的强度愈高。在水泥品种和强度相同时，水灰比愈小，混凝土强度愈高。

大量的实践和实验证明，在原料一定情况下，混凝土28d龄期的抗压强度与水泥强度、水灰比之间的关系符合下列经验公式

$$f_{cu} = a_a f_{ce}(C/W - a_b)$$

式中　f_{cu}——混凝土28d抗压强度（MPa）；

f_{ce}——水泥28d抗压强度实测值（MPa）；当无法取得水泥实测强度数值时，式中f_{ce}值可用水泥强度等级值乘以富余系数γ_c，γ_c应按各地区实际统计资料确定；

C/W——灰水比（水泥与水质量比）适用范围为1.2～2.5之间；

a_a、a_b——回归系数，与骨料的品种、水泥品种等因素有关系。应根据工程所用水泥、骨料，通过试验由建立的灰水比与混凝土强度关系式确定。若无上述试验统计资料可按《普通混凝土配合比设计规程》（JGJ55—2000）提供的 a_a、a_b 系数取值：

采用碎石：$a_a=0.46$　　$a_b=0.07$

采用卵石：$a_a=0.48$　　$a_b=0.33$

此公式适用于低塑性混凝土和塑性混凝土，对于干硬性混凝土则不适用。对低塑性混凝土只有在原材料相同、工艺措施相同的条件下，a_a、a_b 才可视为常数。

利用混凝土强度公式，可根据所用的水泥强度等级和水灰比估计所配制的混凝土强度，也可根据水泥强度等级和要求的混凝土强度等级来计算应采用的水灰比。

2）骨料的品种、质量及数量：当水灰比小于0.4时，用碎石配制的混凝土比卵石混凝土强度高。适当采用较大粒径的骨料对混凝土强度是有利的。对强度等级大于C35的混凝土，在水灰比相同的条件下，混凝土强度随骨料与水泥质量比的增大而提高。随着骨料相对数量增大，水泥浆数量相对减少，混凝

土内部孔隙也随之减少，骨料对混凝土强度所起作用得以更好发挥。

3）养护条件：混凝土的强度是在一定的温、湿度条件下，通过水泥水化逐步发展的。周围环境或养护温度高，水泥水化速度快，早期强度高，混凝土初期强度也高。早期养护温度越高，混凝土后期强度的增进率越小。而在养护温度较低的情况下，由于水化缓慢，水化物扩散空间较充分从而使水化物在水泥石中均匀分布，使混凝土后期强度提高。

为了满足水泥水化的需要，混凝土浇筑后，必须保持一定时间的潮湿。GB50521—1992 规定，混凝土浇灌后，应在 12h 内进行覆盖，以防水分蒸发，并应按规定保湿养护。

使用硅酸盐水泥、普通水泥和矿渣水泥时，保湿时间应不小于 7d。

使用火山灰水泥、粉煤灰水泥时，或掺用缓凝型外加剂或有抗渗要求时，应不小于 14d。GBJ146—1990 规定，粉煤灰混凝土的保温时间不得少于 14d，干燥或炎热气候条件下不得少于 21d。尤其是高强混凝土在成形后必须采取保湿措施。

4）龄期：随着时间的延长，强度也随之增长。

5）施工质量：施工质量包括配料准确，搅拌均匀，振捣密实，养护适宜等。

（4）提高和促进混凝土强度发展的措施

1）采用高强度等级的水泥；

2）采用较小的水灰比；

3）采用机械搅拌和机械振动成形；

4）采用蒸汽养护和蒸压养护；

5）掺入外加剂和外掺料。

4.1.5 混凝土的其他强度

（1）混凝土轴心抗压强度　根据《普通混凝土力学性能试验方法》GBJ81—1985 的规定，测轴心抗压强度 f_{cp}，采用 150mm × 150mm × 300mm 棱柱体作为标准试件。

大量的实验表明：在立方体抗压强度 $f_{cu}=10\sim55$MPa 的范围内，f_{cp}与 f_{cu}之比约为 0.7~0.8。

（2）混凝土抗拉强度　混凝土抗拉强度对混凝土的开裂控制起着重要作用，在结构设计中，抗拉强度是确定混凝土抗裂度的重要指标。

抗拉强度一般以劈拉试验法间接取得。

混凝土劈裂抗拉强度应按下式计算：

$$f_{ts}=2P/\pi A=0.637P/A$$

式中　f_{ts}——混凝土劈裂抗拉强度（MPa）；

P——破坏荷载（N）；

A——试件劈裂面积（mm^2）。

（3）混凝土抗弯强度　在道路等设计和施工中，

抗弯强度是一项很重要的技术指标。

混凝土的抗弯强度试验是以标准方法制备成150mm×150mm×550mm的梁形试件，在标准条件下养护28d后，按三分点加荷，测定其抗弯强度 f_{cf}，按下式计算：

$$f_{cf} = PL/bh^2$$

式中 f_{cf}——混凝土抗弯强度（MPa）；

P——破坏荷载（N）；

L——支座间距（mm）；

b——试件截面宽度（mm）；

h——试件截面高度（mm）。

4.1.6 混凝土的耐久性

混凝土抵抗环境介质作用并长期保持其良好的使用性能的能力称为混凝土的耐久性。我国混凝土结构设计规范将混凝土结构耐久性设计作为一项重要内容。

混凝土耐久性包括：抗渗性、抗冻性、抗腐蚀性、抗碳化性、碱—集料反应等。

（1）抗渗性 抗掺性是指混凝土抵抗水、油等流体在压力作用下抵抗渗透的性能。抗掺性是混凝土一项重要性质，它直接影响混凝土的抗侵蚀性和抗冻性。

我国采用抗渗等级表示混凝土的抗渗性。抗渗等

级是按标准试验方法进行试验，用每组 6 个试件中 4 个试件未出现渗水时的最大水压力来表示。分为 P4、P6、P8、P10、P12 五个等级。相应表示混凝土能抵抗 0.4、0.6、0.8、1.0、1.2MPa 的水压而不渗透。

影响混凝土抗渗性的因素有：

水灰比：抗渗性随水灰比的增加而下降。

骨料的最大粒径：骨料最大粒径越大，抗渗性越差。

水泥的品种：水泥细度越大，抗渗性越好。

养护条件：蒸汽养护的混凝土较潮湿养护混凝土抗渗性差。

外加剂：在混凝土中掺入减水剂可减少水灰比及掺入引气剂可提高抗渗性。

掺和料：在混凝土中掺入掺合料，可提高密实度，因而可提高抗渗性。

提高混凝土抗渗性根本措施是增强混凝土的密实度。

(2) 抗冻性　抗冻性是指混凝土在水饱和状态下，能经受多次冻融循环而不破坏，且也不严重降低强度的性能。

混凝土抗冻性一般以抗冻等级表示。抗冻等级是采用龄期 28d 的试块在吸水饱和后，承受反复冻融，以抗压强度下降不超过 25%，而且质量损失不超过

5%时所能承受的最大冻融循环次数来确定的。

《混凝土质量控制标准》GBJ50164—1992 将混凝土划分为以下抗冻等级：F10、F15、F25、F50、F100、F150、F200、F250、F300，分别表示混凝土能承受反复冻融循环次数为 10、15、25、50、100、150、200、250 和 300 次。

混凝土的密实度和孔隙特征是决定抗冻的重要因素，提高混凝土抗冻性的有效方法是掺用引气剂，但引气剂的量以 4%～6% 为宜。还可掺用减水剂和防冻剂。

（3）抗蚀性　抗蚀性是指混凝土在含有侵蚀性介质环境中遭受到化学侵蚀、物理作用不破坏的能力。混凝土的抗侵蚀性主要取决于水泥的抗侵蚀性。

混凝土的抗蚀性与所用水泥品种、混凝土密实度和孔隙特征有关。提高混凝土抗蚀性的措施，主要是合理选择水泥品种、降低水灰比、改善孔结构等。

（4）抗碳化性　抗碳化性是指混凝土能够抵抗空气中的二氧化碳与水泥石中氢氧化钙作用，生成碳酸钙和水的能力。碳化又叫中性化。碳化使混凝土的碱度降低，导致钢筋锈蚀。碳化还将显著地增加混凝土的收缩，使混凝土的抗压和抗拉强度降低。

影响混凝土抗碳化性的因素有：

环境条件：包括二氧化碳的浓度和相对湿度。二

氧化碳浓度高，碳化速度快。相对湿度在50%时碳化最快。其他因素还有水泥品种、水灰比、外加剂及施工、养护等。

（5）碱—骨料反应　碱—骨料反应是指混凝土的所含的碱与骨料的活性成分，在混凝土硬化后潮湿条件下发生化学反应，引起混凝土膨胀、开裂甚至破坏的现象。

碱—骨料反应有三种类型：碱—氧化硅反应、碱—硅酸盐反应、碱—碳酸盐反应。

上述碱—骨料反应必须具备以下三个条件：一是混凝土中碱的含量必须高，二是混凝土中必须有一定的碱活性骨料，三是混凝土构件长期处在潮湿环境中。其预防措施如下：

1）控制水泥含碱量低于0.6%。

2）控制混凝土总碱量。

3）控制使用碱活性骨料。

（6）提高耐久性的措施

1）合理选择水泥品种。

2）适当控制水灰比和水泥用量。《普通混凝土配合比设计规程》对工业与民用建筑工程所用混凝土的最大水灰比及最小水泥用量也作规定，见表4-15。

3）掺外加剂，改善混凝土性能。

4）加强混凝土生产的质量控制。

表 4-15　混凝土最大水灰比和最小水泥用量（JGJ55—2000）

环境条件		结构类别	最大水灰比			最小水泥用量/kg		
			素混凝土	钢筋混凝土	预应力混凝土	素混凝土	钢筋混凝土	预应力混凝土
1. 干燥环境		• 正常的居住或办公用房屋内部	不作规定	0.65	0.60	200	260	300
2. 潮湿环境	无冻害	• 高湿度的室内部件 • 室外部件 • 在非侵蚀性土和水中的部件	0.70	0.60	0.60	225	280	300
	有冻害	• 经受冻害的室外部件 • 在非侵蚀性土和水中且经受冻害的部件 • 高湿度且经受冻害的室内部件	0.55	0.55	0.55	250	280	300
3. 有冻害和除冰剂的潮湿环境		• 经受冻害和除冰剂作用的室内和室外部位	0.50	0.50	0.50	300	300	300

4.2 混凝土配合比

4.2.1 混凝土配合比设计的任务、要求

(1) 混凝土配合比　混凝土配合比是指混凝土中各组成材料之间的比例关系。其表示方法有两种：一种是以 $1m^3$ 混凝土中各种材料用量表示；另一种是用单位质量的水泥与各种材料用量的比值及混凝土的水灰比来表示。

(2) 混凝土配合比设计的任务及要求　混凝土配合比设计是根据材料的技术性能、工程要求、结构形式和施工条件来确定混凝土的各组分的配合比例，使配制成的混凝土满足以下要求：

1) 混凝土拌合物具有良好的和易性。

2) 设计要求的强度等级。

3) 与使用条件相适应的耐久性。

4) 在保证混凝土质量的前提下，尽量节约水泥，降低成本。

4.2.2 普通混凝土配合比设计步骤

(1) 试配强度的确定

试配强度按下式确定：

$$f_{cu,o} \geqslant f_{cu,k} + 1.645\sigma$$

式中　$f_{cu,o}$——混凝土配制强度 (MPa)；

$f_{cu,k}$——混凝土立方体抗压强度标准值（MPa）；

σ——混凝土强度标准差（MPa）。

σ 应按下列规定确定：

1）当施工单位具有近期同类混凝土强度统计资料时，可根据下式求得

$$\sigma=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N}f_{cu,i}^2-N\mu f_{cu}^2}{N-1}}$$

式中 $f_{cu,i}$——统计周期内同类混凝土第 i 组试件的强度值（MPa）；

μf_{cu}——统计周期内同类混凝土 N 组试件强度平均值（MPa）；

N——统计周期内相同强度等级的混凝土试件组数，$N\geqslant 25$ 组。

注：对预拌混凝土厂和预制混凝土构件厂，统计周期可取为1个月；对现场拌制混凝土的施工单位，统计周期可根据实际情况确定，但不宜超过3个月。

当混凝土强度等级为C20、C25时，如计算得到的 $\sigma\leqslant 2.5$MPa，取 $\sigma=2.5$MPa；当混凝土强度等级≥C25MPa，如计算得到的 $\sigma\leqslant 3.0$MPa，取 $\sigma=3.0$MPa。

2）当施工单位不具有近期同类混凝土统计资料时，其强度标准差可按表4-16取值。

表 4-16　混凝土强度标准差参考值

混凝土强度等级	<C20	C20～C35	>C35
σ/MPa	4.0	5.0	6.0

但最好应根据施工单位实际情况（指生产质量管理水平）加以适当调整确定。

σ 值的确定与混凝土生产质量水平有关。关于混凝土质量水平的划分见表 4-17。

表 4-17　混凝土质量水平

评定指标	生产单位 \ 混凝土强度等级 \ 生产质量水平	优良		一般		差	
		低于 C20	不低于 C20	低于 C20	不低于 C20	低于 C20	不低于 C20
混凝土强度标准差 σ/MPa	预拌混凝土厂和预制混凝土构件厂	≤3.0	≤3.5	≤4.0	≤5.0	>4.0	>5.0
	集中搅拌混凝土的施工现场	≤3.5	≤4.0	≤4.5	≤5.5	>4.5	>5.5
强度不低于要求强度等级的百分率 P（%）	预拌混凝土厂和预制混凝土构件厂及集中搅拌混凝土的施工现场	≥95		>85		≤85	

（2）计算水灰比（W/C） 根据配制强度和水泥实际强度，利用混凝土强度公式，求出水灰比。

$$f_{cu} = a_a f_{ce}(C/W - a_b)$$

则

$$W/C = \frac{a_a f_{ce}}{f_{cu} + a_a a_b \times f_{ce}}$$

式中 a_a、a_b——回归系数，如无通过实验求得的 a_a、a_b 系数，可选取如下数值：

对碎石混凝土 a_a 可取 0.46，a_b 可取 0.07；对卵石混凝土 a_a 可取 0.48，a_b 可取 0.33。

若无水泥实测强度 f_{ce} 时，可按下式代入：

$$f_{ce} = \gamma_c \times f_{ce,k}$$

式中 $f_{ce,k}$——水泥强度的标准值；

γ_c——水泥实际统计富余系数。

为了满足耐久性的要求，计算所得水灰比应小于表 4-15 中规定的最大水灰比值，如果计算所得的水灰比值大于表中规定值，应按表中规定取值。

（3）确定用水量（m_{wo}）

1）对于干硬性和塑性混凝土的用水量，按施工要求的混凝土拌合物稠度指标，根据骨料的品种、粒径、由表 4-11、表 4-12 查得。

2）流动性、大流动性混凝土的用水量，以表 4-11 用坍落度 90mm 的用水量为基础，按坍落度每增

大 20mm，用水量增加 5kg 进行计算；若掺外加剂，则混凝土用水量按下式计算：

$$m_{wa} = m_{wo}(1 - \beta)$$

式中 m_{wa}——掺外加剂滚动每立方米混凝土中的用水量（kg）；

m_{wo}——未掺外加剂混凝土每立方米混凝土中的用水量（kg）；

β——外加剂的减水率（%）。

（4）计算水泥用量（m_{co}）

根据已确定的用水量、水灰比计算出水泥用量。

$$m = \frac{m_{wo}}{W/C}$$

为了保证混凝土的耐久性，计算出的水泥用量应大于表 4-15 规定的最小水泥用量，当计算的水泥用量小于规定的最小水泥用量时，应按表中规定的最小水泥用量选取。

（5）确定混凝土的砂率（β_s） 混凝土的合理砂率可通过试验确定，也可根据骨料的品种、规格和水灰比查表 4-13 确定。

（6）计算粗、细骨料用量 计算粗、细骨料用量有两种方法：一种是体积法，另一种是重量法。

1）体积法：这种方法是假设混凝土拌合物的体

积等于各组成材料绝对体积和所含空气体积之和。因此可按下式计算 $1m^3$ 混凝土拌合物的各材料用量：

$$\frac{m_{co}}{\rho_c}+\frac{m_{go}}{\rho_g}+\frac{m_{so}}{\rho_s}+\frac{m_{wo}}{\rho_w}+10\alpha=1000 \quad (4\text{-}1)$$

砂率公式为 $$\rho_s=\frac{m_{so}}{m_{go}+m_{so}}\times 100\% \quad (4\text{-}2)$$

式中 ρ_c——水泥密度（kg/L），可取 2.9～3.1；

ρ_g——粗骨料的表观密度（kg/L）；

ρ_s——细骨料的表观密度（kg/L）；

ρ_w——水的密度（kg/L），可取 1.0；

α——混凝土空气的含气百分数，在不使用引气型外加剂时，α 可取为 1。

2）重量法：先假定一个混凝土拌合物湿表观密度 m_{cp}，再根据各材料之间的重量关系，通过下式计算各材料用量。

$$m_{co}+m_{go}+m_{so}+m_{wo}=m_{cp} \quad (4\text{-}3)$$

联立（4-1）和（4-2）或（4-2）和（4-3）可求出 m_{so}和 m_{go}。

式中 m_{cp}——每立方米混凝土拌合物的假定湿表观密度（kg）；其值可取 2400～2500kg/cm^3。

据以上六个步骤，可以求出水泥、砂、石、水的用量，得到初步计算配合比。

（7）基准配合比的确定 由上述计算得出的结

果，进行试配调整，测出混凝土拌合物实测表观密度，并计算出 $1m^3$ 混凝土拌合物实际用量，得出的配合比为基准配合比。假设试拌调整后各组成材料用量为：$m_{c拌}$、$m_{s拌}$、$m_{g拌}$、$m_{w拌}$、则 $1m^3$ 混凝土的材料用量为：

$$m_{c基} = \frac{m_{c拌}}{m_{c拌} + m_{s拌} + m_{g拌} + m_{w拌}} \times \rho_0$$

$$m_{s基} = \frac{m_{s拌}}{m_{c拌} + m_{s拌} + m_{g拌} + m_{w拌}} \times \rho_0$$

$$m_{g基} = \frac{m_{c拌}}{m_{c拌} + m_{s拌} + m_{g拌} + m_{w拌}} \times \rho_0$$

$$m_{w基} = \frac{m_{w拌}}{m_{c拌} + m_{s拌} + m_{g拌} + m_{w拌}} \times \rho_0$$

式中 $m_{c基}$——$1m^3$ 基准混凝土的水泥用量（kg）；

$m_{s基}$——$1m^3$ 基准混凝土的砂子用量（kg）；

$m_{g基}$——$1m^3$ 基准混凝土的石子用量（kg）；

$m_{w基}$——$1m^3$ 基准混凝土的用水量（kg）。

（8）实验室配合比　由于按计算出的混凝土各组成材料用量求混凝土拌合物的表观密度 $\rho_{c,c}$ 不一定等于实测表观密度 $\rho_{c,t}$，还需要将各组成材料用量再作必要的校正。应计算出混凝土的计算表观密度 $\rho_{c,c}$，即：

$$\rho_{c,c} = m_w + m_c + m_g + m_s$$

再求校正系数

$$\delta = \frac{\rho_{c,t}}{\rho_{c,c}}$$

将以上定出的混凝土配合比中每项材料用量均乘以校正系数 δ，即为最终的实验室配合比（$\delta \cdot m_w$、$\delta \cdot m_c$、$\delta \cdot m_g$、$\delta \cdot m_s$）

（9）施工配合比　应按施工现场材料的实际含水情况对配合比进行修正，修正后的配合比叫施工配合比。假定工地存放砂的含水率为 W_s，石子含水率为 W_g 将试验室配合比换算成为施工配合比，其材料的用量应为：

水泥用量：m_c'　$m_c' = \delta \cdot m_c$

砂子用量：m_s'　$m_s' = \delta m_s\ (1 + W_s)$

石子用量：m_g'　$m_g' = \delta m_g\ (1 + W_g)$

水的用量：m_w'　$m_w' = \delta m_w - \delta m_s W_s - \delta m_g W_g$

4.3　商品混凝土

商品混凝土系指由水泥、骨料、水以及根据需要掺入的外加剂和掺合料等组分按一定比例，在集中搅拌站（厂）经计量、拌制后出售的，并采用运输车，在规定时间内运至使用地点的混凝土拌合物，也叫预拌混凝土。采用商品混凝土，有利于实现建筑工业化，对提高混凝土质量、节约材料、改善施工环境有

显著的作用。

4.3.1 商品混凝土的分类及分级

商品混凝土按使用要求分为通用品和特制品两类。

(1) 通用品 通用品是指强度等级不超过C40、坍落度不大于150mm、粗骨料最大粒径不大于40mm，并无特殊要求的预拌混凝土。

通用品应按需要指明混凝土的强度等级、坍落度及粗骨料最大粒径，其值可在以下范围选取：

混凝土强度等级：C7.5，C10，C15，C20，C25，C30，C35，C40。

坍落度（mm)：25，50，80，100，120，150。

粗骨料最大粒径（mm)：不大于40mm的连续粒级或单粒级。

通用品根据需要应明确水泥的品种、强度等级；外加剂品种；混凝土拌合物的密度以及到货时的最高或最低温度。

(2) 特制品 特制品是指超出通用品规定范围或有特殊要求的预拌混凝土。

特制品应按需要指明混凝土的强度等级、坍落度及粗骨料的最大粒径，强度等级和坍落度除按通用品规定的范围外，还可按以下范围选取：

强度等级：C45，C50，C55，C60。

坍落度（mm）：180，200。

特制品根据需要应明确水泥的品种、强度等级；外加剂品种；掺合料品种、规格；混凝土拌合物的密度；到货时的最高或最低温度；氯化物总含量限值；含气量及对混凝土的耐久性、长期性或其他物理力学性能等的特殊要求。

（3）标记　商品混凝土根据分类及材料不同其标记符号如下：

通用品用A表示、特制品用B表示；粗骨料最大粒径，在所选定的粗骨料最大粒径值之前加大写字母GD；具体标记用其类别、强度等级、坍落度、粗骨料最大粒径和水泥品种等符号的组合表示，如：BC30—180—GD10—P·I。

4.3.2　商品混凝土技术要求

（1）水泥　商品混凝土用水泥应符合《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》（GB175—1999）和《矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥及粉煤灰硅酸盐水泥》（GB1344—1999）及其他相应标准的规定。

水泥应按品种和标号分别贮存，并应防止水泥结块和污染。

（2）骨料　商品混凝土使用的骨料应符合《普通混凝土用砂质量标准及检验方法》（JGJ52—1992）和《普通混凝土用碎石或卵石质量标准》（JGJ53—1992）

的规定。

骨料贮存时应能保证骨料的均匀性，不使大小颗粒分离。按品种、规格分别存放，不得混杂并避免污染。

（3）拌合用水　应符合《混凝土拌合用水标准》（JGJ63—1989）的有关规定。

（4）外加剂　应符合《混凝土外加剂》（GB8076—1996）的规定。贮存应分品种分开放置，以免其质量发生变化。

4.3.3　商品混凝土的质量要求

（1）强度　商品混凝土应符合《混凝土强度检验评定标准》（GBJ107—87）的规定。

（2）坍落度　普通商品混凝土的坍落度为80～180mm。送至现场的坍落度与规定坍落度之差不应超过表4-18的允许偏差。

表4-18　坍落度允许偏差　　（%）

规定的坍落度	允许偏差
≤40	±10
50～90	±20
≥100	±30

（3）含气量　含气量与所要求的规定值之差不得超过1.5%。

（4）氯化物含量　混凝土拌合物中氯化物总含量

不应超过规定的指定值或不超过表 4-19 的规定。

（5）其他　当工程对混凝土其他性能有要求，应按有关标准规定进行试验，其结果应符合工程的要求。

表 4-19　混凝土拌合物中氯化物（以 Cl^- 计）总含量的最高限值

结构种类	预应力混凝土及处于腐蚀环境中钢筋混凝土结构或构件中的混凝土	处于潮湿而不含有氯离子环境中的钢筋混凝土结构或构件中的混凝土	处于干燥环境或有防潮措施的钢筋混凝土结构或构件中的混凝土	素混凝土
混凝土拌合物中氯化物总含量最高限值（按水泥用量的百分比计）	0.06	0.30	1.00	2.00

4.3.4　配合比

商品混凝土的生产必须根据施工方提出的要求，严格按《混凝土强度检验评定标准》（GBJ107—1987）、《普通混凝土配合比设计规程》（JGJ55—2000）、《粉煤灰在混凝土和砂浆中应用技术规程》（JGJ28—2000）标准进行混凝土配合比试配试拌工

作，设计出既先进、合理又切实可行的混凝土拌合物配合比设计方案，但对坍落度的确定应考虑混凝土在运输过程中的损失值。在生产过程中严把质量关，严格进行原材料的抽样及复查检测工作，严格按照配合比进行生产，使各种原材料计量指标达到标准允许的偏差范围，如果发现混凝土的坍落度、砂率等技术指标有偏差时应及时采取补救措施。混凝土原材料计量允许偏差不应超过表 4-20 的规定的范围。

表 4-20　混凝土原材料计量允许偏差

原材料品种	水泥	骨料	水	外加剂	掺合料
每盘计量允许偏差（%）	±2	±3	±2	±2	±2
* 累计计量允许偏差（%）	±1	±2	±1	±1	±1

注：* 累计计量允许偏差，是指每一运输车中各盘混凝土的每种材料计量和的偏差。该项指标仅适用于采用微机控制计量的搅拌站。

4.3.5　商品混凝土的搅拌、运输

（1）商品混凝土的搅拌　商品混凝土搅拌机应符合 GB9142 的规定，采用固定式搅拌机。采用固定式搅拌机搅拌混凝土的最短时间应符合下列规定：

1）当采用搅拌运输车运送混凝土时，其搅拌的最短时间应符合设备说明书的规定；

2）当采用翻斗车运送混凝土时，其搅拌的最短

时间应符合 GBJ204 的有关规定。

（2）商品混凝土的运输

1）商品混凝土在运输时，应保持混凝土拌合物的均匀性，不产生分层和离析现象。

2）卸料时，运输车应能顺利地把混凝土拌合物全部排出。

3）翻斗车仅适用于运送坍落度小于 80mm 的混凝土拌合物，并应保证运送容器不漏浆，内壁光滑平整，具有覆盖设施。

4）当需要在卸料前掺入外加剂时，外加剂掺入后搅拌运输车快速搅拌的时间应由试验确定。

5）混凝土运送时，严禁在运输车筒内任意加水。通常情况下，普通商品混凝土的坍落度为 80～180mm。为保证混凝土的和易性，要考虑温度的影响，尤其是夏季施工应采取相应的措施，运至工地的商品混凝土应在规定时间内浇筑完毕。在浇筑现场不得擅自加水或改变混凝土的坍落度（即水灰比值），如工地确有需要要求改变混凝土的坍落度时，则必须经施工方质量负责人签字方可。

6）混凝土的运送时间应满足工程的需要，采用搅拌运输车运送的混凝土，宜在 1.5h 内卸料；采用翻斗车运送的混凝土，宜在 1.0h 内卸料；当最高气温低于 25℃时运送时间可延长 0.5h。

4.3.6 商品混凝土的检验

商品混凝土送到施工现场时，应在现场取样，并有专人进行监督、签字。

检验的内容包括混凝土的强度、坍落度、含气量、氯化物总含量等质量指标，以判定混凝土质量是否合格。商品混凝土的质量检验包括出厂检验和交货检验。当判断混凝土质量是否符合要求时，强度、坍落度应以交货检验结果为依据；氯化物总含量可以出厂检验结果为依据；其他检验项目应按有关规定进行。

运至工地的商品混凝土拌合物只是形成混凝土结构工程的半成品，其他的如施工时的振捣工艺，及时抹压和养护技术必须到位，从而使混凝土工程的质量得到充分的保证。

4.4 混凝土外加剂

混凝土外加剂是在拌制混凝土过程中，掺入用以改善混凝土性能的物质。掺量一般不大于水泥质量的5%。

4.4.1 混凝土外加剂的分类

混凝土外加剂的品种繁多，可按以下方式进行分类。

（1）按主要功能分为

1）改善混凝土拌合物流动性能的外加剂。包括：各种减水剂、引气剂和泵送剂等。

2）调节混凝土凝结时间、硬化性能的外加剂。包括：缓凝剂、早强剂和速凝剂等。

3）改善混凝土耐久性的外加剂。包括：引气剂、防水剂和阻锈剂等。

4）改善混凝土其他性能的外加剂。包括：加气剂、膨胀剂、防水剂、着色剂、抗冻剂和泵送剂等。

（2）按化学成分分为

1）无机化合物外加剂。包括：各种无机盐类。如加气剂中的铝粉，防水剂中的氢氧化铝等。

2）有机化合物外加剂。混凝土外加剂的大部分属于此类，种类很多，其中绝大部分属于表面活性剂的范畴，有阴离子型、阳离子型、非离子型和高分子型表面活性剂。其中以阴离子型的水溶性表面活性剂居多。

3）复合外加剂。是由有机物和无机物复合制成的外加剂。

4.4.2 减水剂

减水剂是指在不影响混凝土拌合物和易性的条件下，能减少拌合用水量的外加剂。

（1）减水剂的分类　按减水率的大小，混凝土减

水剂可分为：普通型减水剂（减水率≥5%）和高效减水剂（减水率≥8%）。

减水剂如与其他外加剂复合，可得到早强减水剂、缓凝减水剂和引气减水剂等。

按减水剂的化学成分要可分为：木质素系、磺化煤焦油系、树脂系、糖蜜系、腐植酸系和复合系六大类。

（2）混凝土减水剂质量标准　混凝土减水剂质量标准见表 4-21。

（3）常用混凝土减水剂

1）木质素磺酸盐减水剂：木质素磺酸盐减水剂包括木质素磺酸钙、木质素磺酸钠、木质素磺酸镁。属普通型减水剂。目前使用量较大的是木质素磺酸钙减水剂，也称木钙减水剂或 M 型减水剂。

木钙减水剂有亚硫酸钙盐法生产的以木质素磺酸钙为主要成分的木浆废液，经脱粮处理、浓缩或喷雾干燥制得的一种棕黄色粉状物。易溶于水，为阴离子表面活性剂。具有无毒、不燃、施工方便、成本低等特点。木质素磺酸盐减水剂的品种、主要技术性能见表 4-22。

木钙减水剂可与氯化钙、氯化钠、硫酸钠复合使用形成 M_C、M_N、M_S 早强减水剂。钢筋混凝土中早强减水剂的掺量见表 4-23。

表 4-21　减水剂的性能指标(GB8076—1996)

项　　目		普通减水剂		高效减水剂		早强减水剂		缓凝高效减水剂		缓凝减水剂		引气减水剂	
		一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品
减水率(%)　≥		8	5	12	10	8	5	12	10	8	5	10	10
泌水率(%)　<		95	100	90	95	95	100	100		100		70	80
含气量(%)		≤3.0	≤4.0	≤3.0	≤4.0	≤3.0	4.0	<4.5		<5.5		>3.0	
凝结时间差/min	初凝	+90～+120		90～+120		−90～+90		>+90		>+90		−90～+90	
	终凝							—		—			
抗压强度比(%)　≥	1d	—	—	140	130	140	130	—		—		135	125
	3d	115	110	130	120	130	120	125	120	100		115	110
	7d	115	110	125	115	115	110	125	115	110		110	
	28d	110	105	120	110	105	100	120	110	110	105	100	
收缩率比(%)	28d	135		135		135		135		135		135	
相对耐久性指标≥	—	—		—		—		—		—		80	60
对钢筋锈蚀作用		应说明对钢筋有无锈蚀危害											

注：1. 除含气量外，表中所列数据为掺外加剂混凝土与基准混凝土的差值或比值。

2. 凝结时间指标，"−"号表示提前，"+"表示延缓。

3. 相对耐久性指标一栏中，80 和 60 表示将 28d 龄期的掺外加剂混凝土试件冻融循环 200 次后，动弹性模量保留值≥80%或 60%。

表 4-22　木质素系减水剂的品种、主要技术指标和性能

名　　称	技术指标	主要性能	用量
M 型木钙减水剂	木质素磺酸钙≥60%　pH4.5 ～ 5.5，棕黄色粉状	减水率 10% 左右，混凝土 7d 强度增长率 70% ～80%，缓凝 1～3h，自然养护时，最低气温在摄氏 5 度以上	0.2% ～0.3%
WN—1 型木钠减水剂	木质素磺酸钠≥30%　pH12 ～ 13，深棕色粉状	减水率 8% ～11%，混凝土 3d 强度提高 10% ～20%，节约水泥 6%，有缓凝作用，对钢筋无锈蚀	0.2% ～0.3%
CH 减水剂	主要成分为木质素磺酸钠	减水率 10%，混凝土 3d 强度提高 25%，节约水泥 5% ～10%，有缓凝作用，不锈蚀钢筋	0.2% ～0.3%
JM—11 减水剂	主要成分木质素	减水率 8% ～12%，混凝土 28d 强度提高 20% 节约水泥 5% ～10%，	0.3%

表 4-23　钢筋混凝土中早强减水剂的掺量

品　　种	早强剂（%）	M 型减水剂（%）
M_s	硫酸钠 1～2	0.05～0.2
M_c	氯化钙 0.5～1	0.05～0.2
M_n	氯化钠 0.5～1	0.05～0.2

2）萘磺酸盐甲醛缩合物减水剂：萘磺酸盐甲醛缩合物减水剂又称为萘系减水剂。是以工业萘或含有萘的同系物质的工业副产品为原料，经磺经、缩合、过滤及干燥制成，为棕色料状，pH 值 7～9，最佳掺量为 0.5%～1.0%，减水率 10%～25%，多在 15% 以上。

性能特点：萘系减水剂减水率大，缓凝性小，引气量很低。气温在 5℃ 时，混凝土的 3d 强度为不掺的 140%。故萘系减水剂可用在日气温在 0℃ 以上的混凝土工程中。

由于萘系减水剂的高减水率，工程上可用它来配制高强度混凝土（C60～C100）；当掺萘系减水剂而不减少拌合水量时，可配制高流动性混凝土；当掺萘系减水剂而不需要提高混凝土强度时，可节约水泥 20%。掺入萘系减水剂的混凝土坍落度损失大，所以限制了在泵送混凝土中的单独使用，一般与缓凝剂复合配制成泵送剂使用。常用的萘系减水剂有以下品种：

NNO 减水剂：属普通减水剂。主要成分为亚甲基二萘磺酸钠，米棕色粒状。pH 值 7～9，减水率 10%～20%，混凝土强度 3d 增长率 60%，28d 增长率 20%，节约水泥 20%，减水剂最佳掺量 0.5%～1.0%。

NF 减水剂：属高效减水剂。主要成分为 β—萘磺酸盐，深棕黄色粉状。pH 值 11～12，减水率 10%～20%，混凝土强度 3d 增长率 50%～60%，28d 增长率 15%～50%，节约水泥大于 10%，减水剂最佳掺量 0.5%～1.5%，对钢筋无锈蚀。

FDN 减水剂：属高效减水剂。主要成分为 β—萘磺酸甲醛缩合物，棕黄色粉状。pH 值 7～9，减水率 16%～25%，混凝土强度 3d 增长率 50%～60%，28d 增长率 20%～30%，节约水泥 10%～15%，减水剂最佳掺量 0.2%～1.0%，对钢筋无锈蚀。

建—1 减水剂：属引气型减水剂。主要成分为聚甲基萘磺酸钠，棕色粉状或液体。pH 值 7～9，减水率大于 18%，混凝土强度 3d 增长率 50%，28d 增长率 10%～30%，引气量 3%～5%，节约水泥 10%，减水剂最佳掺量 0.3%～1.0%，对钢筋无锈蚀。

MF 减水剂：属引气型减水剂。主要成分为聚次甲基萘磺酸钠，深棕色粉状。pH 值 7～9，减水率大于 15%。混凝土强度 3d 增长率 20%～60%，28d 增长率 10%～25%，减水剂最佳掺量 0.3%～0.7%，引气量 6%～8%，节约水泥 10%。

AF 减水剂：主要成分为多环芳烃磺化物，棕黑色粉末。pH 值 7～9，减水率 10%～20%，混凝土强度 3d 增长率 20%～50%，28d 增长率 10%～30%，

减水剂最佳掺量 0.5%～1.0%、节约水泥 10%，对钢筋无锈蚀。

3）水溶性树脂类减水剂：水溶性树脂类减水剂又称为磺化三聚氰胺甲醛树脂减水剂。主要产品是SM，它是由三聚氰胺、甲醛、亚硫酸钠按一定比例在一定条件下经磺化、缩聚制成。是一种性能较高的减水剂，减水率达 20%～30%。最佳掺量为 0.5%～2.0%，混凝土 1d 强度可提高一倍以上，28d 强度可提高 30%～60%，可配制耐高温的耐热混凝土及高强（C80～C100）混凝土。此类减水剂价格昂贵，使用受限制。

4）糖蜜类减水剂：糖蜜类减水剂是以蛋白质酵母残体、多种有机酸和部分残糖为主要成分，用石灰中和而成的非离子表面活性剂，为普通型缓凝减水剂，外观呈棕褐色粉状或糊状物。pH 值 9～10，减水率 6%～10%，缓凝时间大于 3h，多用作缓凝剂，一般与早强剂复合使用。

4.4.3 早强剂及早强减水剂

早强剂是能提高混凝土早期强度而对后期强度无明显影响的外加剂。

（1）早强剂的分类　早强剂可分为以下三类：

无机早强剂：主要成分是盐类如氯盐、硝酸盐、碳酸盐、铝酸盐等。是使用量最大的早强剂。主要有

氯化钙和硫酸钠等。

有机早强剂：主要成分为一些有机物质如三乙醇胺、三异丙醇胺、甲酸钙等。以三乙醇胺应用较多。

复合早强剂：是将早强剂和其他组分按一定比例混合制成，可以取得比单一组分更好的早强效果。

（2）常用混凝土早强剂

1）氯化钙：氯化钙为白色结晶粉末状的无机盐类。掺入量为水泥质量的1%～2%，混凝土1d强度可提高140%～200%，7d强度可提高115%～125%。

由于氯化钙产生的氯离子能使钢筋锈蚀，《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GBJ50204—2002）规定在钢筋混凝土中氯盐掺量应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB8076、《混凝土外加剂应用技术规范》GB50119等和有关环境保护的规定。混凝土中氯化物的总含量应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB50164的规定。并且在预应力混凝土结构中、严禁使用含氯化物的外加剂。

在工程中可将氯盐与具有阻锈作用的亚硝酸钠复合使用，可取得较好的早强和阻锈效果。在实际工程中，混凝土的水灰比愈低、密实度愈高、振捣愈充分，则氯盐对钢筋的锈蚀作用愈小。

2）硫酸钠：硫酸钠是白色粉末状的无机盐类，又称元明粉，易溶于水。最佳掺入量为水泥质量的0.5%～2.0%，当掺量在3%以下时，早强作用显著，并且后期强度也不下降。钢筋混凝土中掺入量一般不大于2%，预应力钢筋混凝土中掺入量不大于1%。对有饰面要求的混凝土，为避免泛霜现象，掺入量也应不大于1%。有活性骨料的混凝土中不得掺入硫酸钠。

硫酸钠一般不单独掺用，多为复合使用。将组成中有氯盐的称为甲型，用于一般的混凝土和钢筋混凝土工程中；将组成中无氯盐的称为乙型，用于上述不允许掺入氯盐的钢筋混凝土工程中。

3）三乙醇胺：三乙醇胺为无色或淡黄色的透明油状液体。能溶于水，呈碱性。最佳掺量范围为0.03%～0.05%，早强效果不太明显，一般为10%左右。通常三乙醇胺不单独掺用，多与其他外加剂复合使用。

4）复合早强剂：将三乙醇胺、氯化钙、硫酸钠、亚硝酸钠、甲酸钙及石膏等组成二组分、三组分和四组分的复合早强剂。组分的选择根据工程特点和使用要求。

5）早强复合减水剂：早强复合减水剂是早强剂和减水剂复合使用，其性能较优越。常用的早强复合

减水剂有以下品种。

NC早强复合减水剂：主要成分为糖钙、硫酸钠、载体等，粉末状。适用于矿渣混凝土，混凝土1～7d强度可提高30%～50%，7d强度可提高50%，节约水泥10%，一般掺量为2%～4%。

MS—F早强复合减水剂：主要成分为木钙、硫酸钠等，灰色粉状。减水率5%～10%，混凝土3d强度可提高25%，最佳掺量5%。

FDN—S早强复合减水剂：主要成分为硫酸钠、萘磺酸盐。黄棕色粉状。减水率14%，混凝土3d强度可提高30%～80%，最佳掺量为0.2～1.0%。

UNF—4早强复合减水剂：主要成分为硫酸钠、萘磺酸盐。粉状。减水率10%～15%，混凝土3d强度可提高70%，掺入量为1%～2.5%。

（3）混凝土早强剂的掺量、复合早强剂的配方

混凝土早强剂的掺量、复合早强剂的配方见表4-24、表4-25。

4.4.4 引气剂及引气减水剂

引气剂是在混凝土搅拌过程中以引入大量分布均匀、稳定而微小的气泡的外加剂。引气剂能改善混凝土的和易性，并能提高硬化混凝土的抗冻性和抗渗性。

（1）引气剂的分类

表 4-24　混凝土早强剂的掺量（GBJ119—2001）

混凝土种类及使用条件		早强剂品种	掺量（水泥质量%）
预应力混凝土		硫酸钠	1.0（潮湿环境为 0.45）
		三乙醇胺	0.05
钢筋混凝土	干燥环境	氯离子（Cl^-）	0.6
		硫酸钠	2.0
		硫酸钠与缓凝减水剂复合使用	3.0
		三乙醇胺	0.05
	潮湿环境	硫酸钠	1.5
		三乙醇胺	0.05
有饰面要求的混凝土		硫酸钠	1.0
无筋混凝土		氯离子（Cl^-）	1.8

表 4-25　常用早强剂的配方

复合早强剂组分	掺量（水泥质量%）
三乙醇胺 + 氯化钠	（0.03～0.05）+0.5
三乙醇胺 + 氯化钠 + 亚硝酸钠	0.05 +（0.3～0.5）+（1～2）
硫酸钠 + 亚硝酸钠	（1～1.5）+（1～3）
一氯化钠 + 氯化钙	+（0.3～0.5）+（0.3～0.5）
硫酸钠 + 氯化钠	（0.5～1.5）+（0.3～0.5）
硫酸钠 + 亚硝酸钠	（0.5～1.5）+1.0
硫酸钠 + 三乙醇胺	（0.5～1.5）+0.05
硫酸钠 + 二水石膏 + 三乙醇胺	（1～1.5）+2+0.05
亚硝酸钠 + 二水石膏 + 三乙醇胺	1.0+2+0.05

1）松香树脂类：如松香热聚物。由松香、硫酸、石碳酸加热聚合，再经氢氧化钠中和而制成。是目前使用最多的引气剂。

2）烷基苯磺盐类：如烷基苯聚氧乙烯醚、十二烷基苯磺酸盐等。

3）脂肪醇磺酸盐类：脂肪醇聚氧乙烯醚、脂肪醇聚氧乙烯磺酸钠等。

4）蛋白质盐、石油磺酸盐等。

（2）引气剂的作用及应用　引气剂属憎水性表面活性物质。引气剂能显著提高混凝土的抗冻性、抗掺性和流动性，在保持拌合物坍落度不变情况下，可减少用水量，减轻混凝土的泌水、离析现象，粘结力提高，但掺引水剂的混凝土强度有所下降。

引气剂不适用于要求强度高的混凝土、蒸养混凝土及预应力混凝土。其掺量与混凝土的含气量有关，并与水泥的用量、细度、骨料颗粒大小等因素有关。掺引气剂的混凝土的含气量范围一般为3.0%～5.0%。

掺引气剂及引气减水剂的混凝土必须经过搅拌才能引气。合适的搅拌时间为3～5min，振捣时间以20s为宜。

4.4.5　缓凝剂

缓凝剂是能延缓混凝土凝结时间，对混凝土后期

强度发展无不利影响的外加剂。

（1）缓凝剂种类及掺量　缓凝剂种类及掺量见表4-26。

表 4-26　缓凝剂种类及掺量

缓凝剂分类	缓凝剂品种	掺量(按水泥质量)(%)
糖类	糖钙等	0.1～0.3
木质素磺酸类	木质素磺酸钙、木质素磺酸钠等	0.2～0.3
羟基羧酸及其盐类	柠檬酸、酒石酸钾钠等	0.03～0.10
无机盐类	锌盐、硼酸盐、磷酸盐等	0.1～0.2

（2）缓凝剂主要适用于夏季和高温施工的混凝土、大体积混凝土、泵送混凝土、长时间或长距离运输的混凝土。不适用于5℃以下的混凝土、有早强要求的混凝土和蒸养混凝土。

掺早强剂、缓凝剂、引气剂混凝土的性能指标见表4-27。

表 4-27　掺外加剂混凝土性能指标（GB8076—1996）

项　　目	外加剂品种					
	早强剂		缓凝剂		引气剂	
	一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品
减水率（%）　≥	—	—	—	—	6	6
泌水率（%）　<	100		100	100	70	80

（续）

项目		外加剂品种					
		早强剂		缓凝剂		引气剂	
		一等品	合格品	一等品	合格品	一等品	合格品
含气量（%）		—		—		≥3.0	
凝结时间差/min	初凝	-90～+90		>+90		-90～+120	
	终凝						
抗压强度比（%）≥	1d	135	125	—		—	
	3d	130	120	100	90	95	80
	7d	110	105	100	90	95	80
	28d	100	95	100	90	90	80
收缩率比（%）≤	28d	135		135		135	
相对耐久性指标，≥		—		—		80	60
对钢筋锈蚀作用		应说明对钢筋有无锈蚀危害					

4.4.6 防冻剂

防冻剂是指在规定的温度下，能显著降低混凝土中的冰点，使混凝土液相不冻结或仅部分冻结，以保证水泥的水化，并在一定时间内获得预期强度的外加剂。

（1）常用混凝土防冻剂及作用　常用的混凝土防冻剂有：氯盐类、氯盐阻锈类和无氯盐类。目前使用的防冻剂多为复合防冻剂，由防冻剂、减水剂、早强剂和引气剂组成，每种成分作用不同。防冻剂的作用是使混凝土中的液相在规定的负温条件下不冻结或减轻冻结，使混凝土中保持较多的液相量，为负温下水泥的水化反应创造了必要的条件；减水剂的作用是减少混凝土拌合物的用水量从而减少混凝土受冻时的含冰量，减少了对混凝土的破坏力；早强剂是加速水泥的水化、提高早期强度，使混凝土尽快具有规定的抗冻临界强度；引气剂可增加混凝土的耐久性，在负温条件下对冻胀应力有缓冲作用。

（2）防冻剂掺量及防冻外加剂参考配方　复合防冻剂中防冻成分的掺入量按混凝土拌合物质量的百分率控制。

氯盐类防冻成分掺量不得大于拌合水质量的7%；氯盐阻锈类防冻成分掺量不大于拌合水量的15%；无氯盐类防冻成分掺量不大于20%。引气剂的掺量不大于水泥质量的0.005%，含气量不超过4%。

防冻外加剂参考配方见表4-28。

（3）掺防冻剂的混凝土的质量标准及应用时注意事项　掺防冻剂的混凝土的质量标准见表4-29。

表 4-28　防冻外加剂参考配方

规定温度/℃	配方（占水泥重%）
0	食盐 2＋硫酸 2＋木钙 0.25
	尿素 3＋硫酸钠 2＋木钙 0.25
	硝酸钠 3＋硫酸钠 2＋木钙 0.25
	亚硝酸钠 2＋硫酸钠 2＋木钙 0.25
	碳酸钾 3＋硫酸钠 2＋木钙 0.25
−5	食盐 5＋硫酸 2＋木钙 0.25
	硝酸钠 6＋硫酸钠 2＋木钙 0.25
	亚硝酸钠 4＋硫酸钠 2＋木钙 0.25
	亚硝酸钠 2＋硝酸铵 3＋硫酸钠 2＋木钙 0.25
	碳酸钾 6＋硫酸钠 2＋木钙 0.25
	尿素 2＋硝酸钠 4＋硫酸钠 2＋木钙 0.25
−10	亚硝酸钠 7＋硫酸钠 2＋木钙 0.25
	乙酸钠 2＋硝酸钠 6＋硫酸钠 2＋木钙 0.25
	亚硝酸钠 3＋硝酸钠 5＋硫酸钠 2＋木钙 0.25
	尿素 3＋硝酸钠 5＋硫酸钠 2＋木钙 0.25

表 4-29　掺防冻剂混凝土的性能指标（JC475—1992）

试验项目	性能指标	
	一等品	合格品
减水率（%）　≥	8	—
泌水率比（%）　<	100	100

（续）

试验项目		性能指标					
		一等品			合格品		
含气量（%） ≥		2.5			2.0		
凝结时间差/min	初凝	−120～+120			−150～+150		
	终凝						
抗压强度比（%）≥	规定温度/℃	−5	−10	−15	−5	−10	−15
	R_{28}	95	95	90	90	90	85
	R_{-7}	20	12	10	20	12	10
	$R_{-7/28}$	95	90	85	95	85	80
	R_{-7+56}	100			100		
90d 收缩率比（%） <		120			120		
抗渗压力（或高度）比（%）		≥100（或<100）			≥100（或<100）		
50 次冻融强度损失率比（%） <		100					
对钢筋锈蚀作用		应说明对钢筋有无锈蚀危害					

防冻剂在使用时应注意原材料的选择和养护措施等。当防冻剂中含有较多的钙离子、钾离子时，混凝土中不得含有活性骨料。水泥尽可能采用硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥，不宜使用矿渣等混合水泥，禁止使用铝酸盐水泥。对于水工建筑物、桥梁工程以及冻融、耐久性要求严格的工程，应通过试验确定使用防

冻剂。

4.4.7 混凝土膨胀剂

膨胀剂是能使混凝土中的水泥在水化过程中产生一定体积的膨胀的外加剂。能提高混凝土的抗裂性和抗渗性。

（1）膨胀剂的种类　常用的混凝土膨胀剂有硫铝酸钙类（如明矾石膨胀剂、CSA 等）、铝酸钙类膨胀剂（如低碱含量膨胀剂 AEA 等）、氧化钙类膨胀剂（如石灰膨胀剂等）、氧化镁类膨胀剂（如氧化镁膨胀剂）及复合膨胀剂和铁屑膨胀剂等。这些膨胀剂中以硫铝酸钙膨胀剂和铝酸钙膨胀剂应用最为广泛。

（2）混凝土膨胀剂的性能指标　见表 4-30。

表 4-30　混凝土膨胀剂性能指标（JC476—1998）

项　　目			指标值
化学成分	氧化镁（%）　<		5.0
	含水率（%）　<		3.0
	总碱量（%）　<		0.75
	氯离子（%）　<		0.05
物理性能	细度	比表面积/（m^2/kg）≥	250
		0.08mm 筛筛余（%）<	10
		0.25mm 筛筛余（%）<	0.5
	凝结时间	初凝/min≥	45
		终凝/min≥	10

（续）

项目				指标值
物理性能	限制膨胀率（%）	水中	7d（不小于）≥	0.025
			28d（不大于）<	0.10
		空气中	28d（不小于）≥	0.020
	抗压强度/MPa≥	7d		25.0
		28d		45
	抗折强度/MPa≥	7d		4.5
		28d		6.5

（3）膨胀剂适用范围及注意事项

膨胀剂适用于：补偿收缩混凝土、填充用膨胀混凝土、填充用膨胀砂浆及自应力混凝土等。

膨胀剂在应用中应注意：混凝土所用水泥品种应是硅酸盐类的通用水泥，不能用硫铝酸盐水泥和铁铝酸盐水泥；掺膨胀剂混凝土的养护应不少于14d，墙体等拆模时间不少于7d，冬季施工应不少于14d；硫铝酸钙类膨胀剂和铝酸钙类膨胀剂不得用于长期处于环境温度为80℃以上的工程；掺膨胀剂的混凝土浇筑后，为防止沉降裂缝，在混凝土终凝前应多次抹压。

4.4.8 混凝土泵送剂

混凝土泵送剂是为改善混凝土拌合物泵送性能而

掺入的外加剂。

为使泵送混凝土具有较大的流动性而不泌水，以及施工要求的缓凝时间，泵送剂可以是高效减水剂或普通减水剂、缓凝剂、引气剂和助泵剂和保塑剂等。泵送剂一般适用于预拌混凝土、高层建筑、超高层建筑混凝土、大体积混凝土和水下混凝土等。泵送剂的技术性能见表 4-31。

表 4-31　掺泵送剂混凝土的技术性能（JC473—1992）

项　　目		一等品	合格品
坍落度增加值（cm）≥		10	8
常压泌水率比（%）<		100	120
压力泌水率比（%）<		95	100
含气量（%）<		4.5	5.5
坍落度保留值/cm	30min	12	10
	60min	10	8
抗压强度比（%）≥	3d	85	80
	7d	85	80
	28d	85	80
	90d	85	80
收缩率比（%）<	90d	135	135
相对耐久性（%）	28d	冻融循环 200 次≥80	

4.4.9 外加剂的贮运

外加剂必须按规定进行包装，有明显的认证标志。产品必须有完整的质量证明（包括厂名、产品名、质量、出厂日期、产品性能和使用说明等）。

外加剂在贮运时应按不同厂家、不同品种分别贮运，并注意不得受潮及混入杂物。对有毒性的产品应专门贮运，以防误食误用，有强氧化性的外加剂应避免和有机物混放。外加剂要在有效期使用，使用前应进行性能试验。

4.4.10 外掺料

外掺料主要是指矿物掺合料，又称矿物外加剂。可降低水泥用量，改善混凝土的和易性。和外加剂不同，其掺入量一般均大于5%。矿物外掺料是调配混凝土性能、配制大体积混凝土、高强混凝土、高性能混凝土不可缺少的组成部分。

混凝土用矿物外掺料主要有：自身具有胶凝性的（如优质粒化高炉矿渣、水硬性石灰等）、有火山灰活性的（如粉煤灰、硅粉等），同时具有胶凝性和火山灰活性的（如高钙粉煤灰、一般矿渣等）、具有一定化学反应性的（如磨细石灰粉、石英砂、白云石等）。常用的外掺料有以下品种。

（1）粒化高炉矿渣（SG） 粒化高炉矿渣是冶炼生铁时的副产品。它可作为活性材料生产矿渣硅酸

盐水泥、碱矿渣混凝土、加气混凝土及硅酸盐建筑制品等，同时也是优良的混凝土掺合剂。

对粒化高炉矿渣的质量要求见表 4-32。

表 4-32　矿渣的质量要求（GB/T203—1994）

技术指标 \ 等级	优等品	合格品
堆密度/（kg/L）　<	1.20	1.00
最大粒度/mm　<	100	50
大于 100mm 颗粒含量（以重量计）（%）<	8	3
质量系数 $\left(\frac{CaO+MgO+Al_2O_3}{SiO_2+MnO+TiO_2}\right)$　≥	1.20	1.60
二氧化钛（TiO_2）含量（%）　<	10.0	2.0
氧化亚锰（MnO）含量（%）　<	4.0 15.0	2.0
氟化物含量（以 F 计）（%）　<	2.0	2.0
硫化物含量（以 S 计）（%）　<	3.0	2.0

混凝土中掺入粒化高炉矿渣后，会使混凝土的抗离析能力下降，延缓混凝土的初凝和终凝时间。早期强度不高，但后期强度增长率高。矿渣掺入量应根据试验优选确定。

（2）粉煤灰（FA）　粉煤灰是火电厂煤粉燃烧

后在烟道气体中（或除尘器中）收集下来的细粉。

粉煤灰的主要品种有湿灰、原状干灰、调湿灰、分级灰（Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级）和磨细灰。颜色在浅灰到黑灰之间。其技术指标和分级见表 4-33。

表 4-33　粉煤灰的技术指标与分级（GB1596—1991）

技术指标		级别		
		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ
细度（0.045mm 筛余）（%）	≤	12	20	45
需水量（%）	≤	95	105	115
烧失量（%）	≤	5	8	15
三氧化硫（%）	≤	3	3	3
含水率（%）	≤	1	1	（不要求）

混凝土中掺入粉煤灰可采取等量取代法、超量取代法和外掺法。其最大取代量见表 4-34。

表 4-34　粉煤灰取代水泥最大限量（GB1596—1991）

混凝土种类	水泥品种			
	P.Ⅰ（P.Ⅱ）	P.O	P.S	P.P
预应力混凝土	25	15	10	--
钢筋混凝土 高强混凝土 高抗冻性混凝土 蒸养混凝土	30	25	20	15

（续）

混凝土种类	水泥品种			
	P.Ⅰ(P.Ⅱ)	P.O	P.S	P.P
中低强度等级、少筋或无筋混凝土 泵送混凝土 大体积混凝土 水下或地下混凝土 压浆混凝土	50	40	30	20
碾压混凝土	65	55	45	30

在混凝土中掺入粉煤灰可相应降低水灰比，提高混凝土的密实性、抗渗性、抗蚀性，但对抗冻性有不利影响，对有抗冻性要求的混凝土，在加入粉煤灰的同时，应适当加引气剂。

（3）硅粉（SF） 硅粉是一种高活性外掺料，是在冶炼硅金属时在收尘装置中收集到的极细粉粒，颜色呈青灰色或银白色。可在水电站、基础灌浆、喷射混凝土及高强混凝土中应用。一般情况下，混凝土中掺入硅粉4%～10%，各龄期强度均有提高，并且使混凝土抗掺性、抗弱酸、抗弱碱、硫酸盐、氯盐腐蚀的能力得到改善。硅粉必须与减水剂复合使用，延长搅拌时间0.5～1min，并及时加湿养护，龄期28d。

（4）天然沸石粉（ZE）　天然沸石粉是含水铝硅酸盐的细微结晶矿物。作为外掺剂，天然沸石粉可改善混凝土的和易性，提高混凝土的强度以及抗冻性和抗渗性，并可抑制碱骨料反应。

天然沸石粉的掺入量一般为10%～15%。

4.5　特种混凝土

特种混凝土主要包括高强混凝土、轻混凝土、功能性混凝土和聚合物混凝土等。

4.5.1　高强混凝土

高强混凝土是指硬化后强度等级不小于C60的混凝土，主要是依靠高效减水剂并掺一定量的活性矿物掺合料制成的。

高强混凝土致密坚硬，强度高，抗渗性、抗冻性、耐磨性和抗侵蚀性等优于普通混凝土。

由于混凝土是一种复杂的非匀质材料，所以影响混凝土强度的因素较多。高强混凝土的配制在原材料方面有以下要求：

（1）水泥　水泥是影响混凝土强度的主要因素，配制高强混凝土应采用矿物组成合理、细度合格、质量稳定的，强度等级不低于42.5硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥等。水泥用量（含矿物掺合料）不宜超过550kg/m^3，并且矿物掺合料的最大掺量不大于胶凝

材料总量的40%。

(2) 粗骨料　由于粗骨料在混凝土中起骨架作用，应选择粒径不大于25mm骨料和活性骨料，如致密的花岗石等。含泥量不超过1%，针片状颗粒含量不超过5%。

(3) 细骨料　配制高强混凝土宜采用中砂，砂率控制在0.30左右，一般取0.30～0.50，如配制泵送高强混凝土时，砂率不宜过低。

(4) 拌合水　拌合用水中不得有影响水泥正常凝结和硬化的有害物质。pH值大于4的水即可使用。

(5) 外加剂　采用高效减水剂及活性矿物掺合料。

高强混凝土的性能除受原材料的因素影响外，生产、运输、浇筑及养护过程中环境条件的影响也应给予高度重视。如采用强制式搅拌、高频加压振捣，真空作业、离心，喷射等以提高密实度；在养护时，采用湿热处理，加速胶凝材料硬化。

4.5.2　轻混凝土

轻混凝土指的是干表观密度小于1950kg/m^{3}的混凝土。包括轻骨料混凝土、多孔混凝土和大孔混凝土三种。轻混凝土具有较好的保温隔热性、吸声性和抗震性。

(1) 轻骨料混凝土　轻骨料混凝土是用轻粗骨

料、细骨料（亦可是普通砂）、水泥和水配制成的混凝土，其表面密度不大 1950kg/m^3。

轻骨料混凝土是一种轻质、高强、多功能的建筑材料，具有热导率低、保温隔热性能好，抗震、减震效果好等特点，适用于高层、大跨建筑。

1）轻骨料混凝土的骨料组成及技术性能

①轻骨料的分类。轻骨料按骨料的粒径及堆密度可分为：

轻粗骨料：粒径大于 5mm，堆密度小于 1000kg/m^3 的轻质骨料。

轻细骨料：粒径不大于 5mm，堆密度小于 1200kg/m^3 的轻骨料。

轻骨料按其来源可分为：

天然轻骨料：如浮石、火山渣及轻砂等。

工业废料轻骨料：如粉煤灰陶粒、自然煤矸石膨胀矿渣及轻砂等。

人造轻骨料：如页岩陶粒、粘土陶粒、膨胀珍珠岩等。

轻骨料按颗粒形状不同可分为：圆球形，普通形和碎石形。

②轻骨料的技术性能。轻骨料的性能对混凝土的性能有着直接的关系。轻骨料的技术性能应符合《轻骨料混凝土技术规程》（JGJ51—1992）的规定。

a. 堆密度（kg/m^3） 粗骨料的堆密度有 300、400、500、600、700、800、900、1000 八个等级；细骨料的堆密度有 500、600、700、800、900、1000、1100、1200 八个等级。

b. 强度（MPa） 粗骨料的强度有筒压强度和强度等级两种，通常用筒压强度来表示。

筒压强度是将粗骨料按要求装入特制的承压圆筒中，通过冲压模压入规定深度的压力值，除以承压面积，用以表示颗粒的平均相对强度。

c. 最大粒径和颗粒级配 对于保温和结构保温轻骨料混凝土用的轻粗骨料，其最大粒径不宜大于 40mm；结构轻骨料混凝土用的轻粗骨料，最大粒径不宜大于 20mm。

轻粗骨料的级配见表 4-35。自然级配的空隙率不应大于 50%。

表 4-35 轻骨料的级配（JGJ 51—1992）

筛孔尺寸		d_{min}	$\frac{1}{2}d_{max}$	d_{max}	$2d_{max}$
圆球型的及单一粒级	累计筛余（按质量计，%）	≥90	不规定	≤10	0
普通型的混合级配		≥90	30～70	≤10	0
碎石型的混合级配		≥90	40～60	≤10	0

d. 吸水率 技术规程对轻骨料吸水率的规定是：

轻砂和天然轻骨料的吸水率不作规定，其他轻骨料1h吸水率不大于22%。

2）轻骨料混凝土的分类与技术性能

①轻骨料混凝土的分类

轻骨料混凝土按用途分为：保温轻骨料混凝土、结构保温轻骨料混凝土和结构轻骨料混凝土。

按粗骨料种类分为：天然轻骨料混凝土、人造轻骨料混凝土、工业废料轻骨料混凝土。

按细骨料品种分为：全轻混凝土（由轻砂作细骨料配制成的轻骨料混凝土）、砂轻混凝土（由普通砂或部分轻砂作细骨料配制成的轻骨料混凝土）。

②轻骨料混凝土的主要技术性能

a. 密度　轻骨料混凝土按其干表观密度分为800、900、1000、1100、1200、1300、1400、1500、1600、1700、1800、1900kg/m^{3}共十二个等级。

b. 轻骨料混凝土拌合物的和易性　其概念，测定方法同普通混凝土。在选择流动性时，一般比普通混凝土拌合物值低10～20mm。测定坍落度的时间必须控制在15～30min以内。

c. 强度　轻骨料混凝土的强度等级按立方体抗压强度标准值确定。与普通混凝土一样，也是按标准试验方法测得的具有95%保证率的抗压强度值。

轻骨料混凝土按28天的抗压强度划分为：

CL5.0、CL7.5、CL10、CL15、CL20、CL25、CL30、CL35、CL40、CL45、CL50，共十一个等级。

各强度等级轻骨料混凝土的轴压、弯曲、抗拉强度标准值见表 4-36。

表 4-36　轻骨料混凝土的强度标准值

各强度标准值 / 混凝土强度等级	轴心抗压 f_{ck}	弯曲抗压 f_{cmk}	轴心抗拉 f_{tk}	抗剪 f_{vk}
CL5.0	3.4	3.7	0.55	0.68
CL7.5	5.0	5.5	0.75	0.88
CL10	6.7	7.5	0.9	1.08
CL15	10.0	11.0	1.2	1.32
CL20	13.5	15.0	1.5	1.47
CL25	17.0	18.5	1.75	2.14
CL30	20.0	22.0	2.0	2.44
CL35	23.5	26.0	2.25	2.74
CL40	27.0	29.5	2.45	2.83
CL45	29.5	32.5	2.6	3.06
CL50	32.0	35.0	2.75	3.31

不同用途轻骨料混凝土适宜的强度等级及密度等级见表 4-37。

d. 变形性质　轻骨料混凝土的弹性模量比同强度等级的普通混凝土低 20%～50%，若提高轻骨料混凝土中普通砂的含量，则可提高弹性模量。

轻骨料混凝土的收缩变形比普通混凝土大的多，收缩值与混凝土的配合比和骨料种类有关，在干燥空气中，1m 结构轻骨料混凝土最终收缩值在 0.4～1.0mm 之间，为同等级普通混凝土收缩值的 1～1.5 倍。

表 4-37　轻骨料混凝土按用途分类

类别名称	混凝土强度等级的合理范围	混凝土密度等级的合理范围	用　途
保温轻骨料混凝土	CL5.0	800	主要用于保温的围护结构或热构筑物
结构保温轻骨料混凝土	CL5.0 CL7.5 CL10 CL15	800～1400	主要用于既承重又保温的围护结构
结构轻骨料混凝土	CL15 CL20 CL25 CL30 CL35 CL40 CL45 CL50	1400～1900	主要用于承重构件或构筑物

e. 耐久性　轻骨料混凝土在抗渗性、抗冻性及抗蚀性方面，与同强度等级的普通混凝土相比，性能有很大改善。抗渗等级可达 P25，抗冻等级可达 F150。

f. 热导率　轻骨料混凝土的保温性能优于普通混凝土，其热导率相当于普通粘土砖的热导率。

3）轻骨料混凝土的配合比：轻骨料混凝土配合比的设计参照《轻骨料混凝土技术规程》（JGJ51—1990）进行。

4）轻骨料混凝土在施工时注意事项：轻骨料混凝土由于表观密度小，吸水率大，在施工中除遵守有关规定外，还应注意：

在进行搅拌时，应采用强制式搅拌机，机械振捣，拌合物从搅拌机卸料到浇筑入模的延续时间不大于 45min；浇筑成形后及时覆盖并养护以防裂纹产生。采用普通水泥拌制的轻骨料混凝土养护时间不少于 7d；采用火山灰水泥拌制的混凝土养护时间不少于 14d。可根据工程需要，可对轻骨料进行预湿处理（气温在 5℃以上）。

（2）多孔混凝土　多孔混凝土具有孔隙率大、体积密度小、热导率小等特征，可制成墙板、砌块和绝热制品，有承重和保温功能。据气孔产生的方法不同，有加气混凝土和泡沫混凝土之分。

1）加气混凝土：加气混凝土是在钙质材料（水泥、石灰等）和含硅材料（砂、粉煤灰、炉渣等）中加入加气剂（铝粉）及其他材料按一定比例混合，加水搅拌、浇注成形、发气膨胀、静停硬化、切割，再经蒸汽养护制成的一种轻质多孔材料。目前我国加气混凝土产品以砌块为主，板材为辅。

加气混凝土按养护方法分为蒸养加气混凝土和蒸压加气混凝土。大部分加气混凝土都是采用蒸压养护的。按原材料种类分为七类，主要产品是水泥—石灰—粉煤灰加气混凝土，水泥—石灰—砂加气混凝土和水泥—矿渣—砂加气混凝土。

加气混凝土由于内部均匀地分布着无数微小的气泡，其孔隙率可达 70%～80%，表观密度小，热导率大为降低。由于密实性差，因而加气混凝土的强度偏低，所以加气混凝土是一种轻质、多功能、并有一定承载能力的材料。具体内容见（8.2 砌块）。

2）泡沫混凝土：泡沫混凝土是普通硅酸盐水泥、砂、发泡剂和水拌合，经机械搅拌，注模成型、养护制成的一种轻混凝土制品。发泡剂主要是各种表面活性剂，如松香树脂、烷基磺酸盐饱和或不饱和脂肪酸钠、木质素磺酸盐等。发泡剂一般与稳定剂同时使用。常用的泡沫稳定剂为高分子物质。

泡沫混凝土多采用蒸汽养护和蒸压养护以缩短养

护时间并提高强度。

（3）大孔混凝土　大孔混凝土按骨料的不同分为大孔混凝土（由粒径相近的骨料、水泥和水配制而成的混凝土）、无砂大孔混凝土（配比中完全不用砂的混凝土）和少砂大孔混凝土。

无砂大孔混凝土的表观密度为 1400～1900kg/m^3，水泥用量为 100～250kg/m^3，水灰比一般取 0.45。表面有大量孔洞，其抗压强度、抗拉强度较普通混凝土低，热导率和普通烧结砖相近。

4.5.3　功能性混凝土

（1）防水混凝土　一般应用于有抗渗要求的混凝土。根据提高抗渗性的方法不同，防水混凝土有以下三种类型。

1）普通防水混凝土：通过调整混凝土的配合比，来提高密实度和抗渗性的混凝土。一般情况下，其水灰比控制在 0.6 以内；水泥优先采用普通硅酸盐水泥，用量不小于 300kg/m^3；砂率不小于 35%，灰砂比不小于 1∶2.5。

普通防水混凝土的抗渗等级可达到 P8～P25，抗渗性能良好。

2）掺外加剂的防水混凝土：在混凝土拌合物中加入一定量的外加剂用以提高抗渗性的混凝土。根据外加剂的品种不同，分为引气剂防水混凝土、减水剂

防水混凝土、三乙醇胺防水混凝土、氯化铁防水混凝土、膨胀水泥防水混凝土及膨胀剂防水混凝土。

（2）耐热混凝土　耐热混凝土是通过提高混凝土的耐热性，使长期在高温作用下的混凝土能保持其使用性能的混凝土。胶凝材料可采用硅酸盐水泥、铝酸盐水泥等；骨料可采用矿渣、耐火粘土砖或普通烧结粘土砖碎块、玄武岩、烧结镁砂等。适用于有耐热要求的工程如高炉、热工设备基础等。

（3）耐酸混凝土　采用耐酸的胶凝材料及骨料制成的用以抵抗酸的渗入和侵蚀的混凝土称为耐酸混凝土。目前常用的是水玻璃混凝土，它是由水玻璃、氟硅酸钠、耐酸粉料（石英粉或铸石粉）、耐酸骨料（石英砂或花岗岩碎石等）按一定比例配制而成。可抵抗一般有机酸、无机酸的侵蚀。

（4）纤维混凝土　在混凝土中掺入短纤维以提高混凝土的抗冲击性能的混凝土称为纤维混凝土。纤维按变形能分为高弹性模量纤维和低弹性模量纤维。纤维的长径比通常为 70～120，掺入的体积率为 0.3%～8%。纤维混凝土主要用于有抗冲击要求的工程。

4.5.4　聚合物混凝土

聚合物混凝土是一种混凝土中部分或全部水泥被聚合物代替的新型建筑材料。对提高混凝土的密实度、抗拉强度、抗压强度有明显作用。并且增强了混

凝土的粘结力及耐磨和耐腐蚀能力。按组成及生产工艺，聚合物混凝土可分为聚合物水泥混凝土、聚合物浸渍混凝土、聚合物胶结混凝土。

（1）聚合物水泥混凝土（PCC） 聚合物水泥混凝土是在普通混凝土拌合物搅拌时掺入一定量的有机聚合物配制而成。聚合物一般多采用环氧树脂、聚醋酸乙烯酯、天然或合成橡胶乳液等，以乳液状或悬浮乳液状掺入混凝土拌合物中，掺量占水泥质量的5%～20%。它是以聚合物和水泥共同作胶结材料粘结骨料，对混凝土的抗弯强度、抗渗性、粘结力、耐磨性、耐蚀性和抗冲击韧性有明显改善。

聚合物水泥混凝土主要用于铺设无缝地面、机场跑道面层以及水或石油的贮池等。

（2）聚合物浸渍混凝土（PIC） 聚合物混凝土是将已硬化的混凝土，经真空处理并干燥后浸入以树脂为原料的液态有机单体中，然后用加热或辐射的方法使混凝土中单体聚合，使混凝土和聚合物形成一个整体。聚合物浸渍混凝土的抗渗性、抗冻性、耐磨性、耐蚀性、抗冲击性及强度有明显提高，其抗压强度比普通混凝土提高2～4倍。掺在混凝土中的有机单体有苯乙烯、甲基丙烯酸甲酯等。

聚合物浸渍混凝土主要用于要求高强度、高耐久性的特殊工程结构中，如耐高压的输液、输气管道、

液化气储罐等。

(3) 聚合物胶结混凝土 (PC)　聚合物胶结混凝土又称树脂混凝土。是用合成树脂或单体作为胶结材料代替水泥石的混凝土。由于这种混凝土中完全不使用水泥，也称为塑料混凝土。胶结材料由液态低聚物、固化剂、和粉砂填料组成。具有较高的强度、密度、粘结力、耐磨性和化学稳定性，变形较大、耐热性差。

主要用于制造需抵抗有害介质的构件，在装配式建筑的板材、桩等预制构件中也得到广泛的应用。

4.5.5　其他混凝土

(1) 流态混凝土　流态混凝土是在混凝土拌合物中加入流化剂，使拌合物的坍落度为 180～230mm，呈高度流动状态的混凝土，又称自密实混凝土。流化剂一般采用高效减水剂，如萘系或树脂系高效减水剂，掺量为水泥用量的 0.5%～0.7%。粗骨料的最大粒径不大于 40mm，砂率比普通混凝土高 5%～10%。流态混凝土在浇筑时不需振捣，能自流填满模板和钢筋间隙。主要用于构件形状复杂、钢筋密布、浇灌和振捣困难的混凝土工程及高层建筑等。

(2) 泵送混凝土　泵送混凝土是在普通混凝土中加入泵送剂，使混凝土在混凝土泵的推动下沿管道进行运输和浇灌的混凝土。泵送混凝土的坍落度应满足

施工及管道输送的要求，一般为 80～180mm。泵送剂包括高效减水剂，适量的引气剂和其他外加剂。泵送混凝土对混凝土中粗细骨料有以下要求：粗骨料的最大粒径，碎石不大于管道内径的 1/3，卵石不大于 2/5；细骨料中小于 0.315mm 的颗粒不少于 15%。泵送混凝土适用于高层建筑、大型钢筋混凝土构筑物以及施工现场狭小的工程。

（3）喷射混凝土　喷射混凝土是在普通混凝土中掺入速凝剂，利用压缩空气的力量，将混凝土喷射到建筑物表面的混凝土。喷射混凝土有干式喷射混凝土（水灰比为 0.1～0.2）和湿式喷射混凝土（水灰比为 0.45～0.50）两种。速凝剂是由铝氧熟料和无水石膏或生石灰或烧碱等按一定比例混合磨细制成的粉状物。掺量一般为 2.5%～4% 左右。喷射混凝土对胶凝材料和骨料的要求是：胶凝材料应采用不低于 32.5 级的硅酸盐水泥和普通硅酸盐水泥；粗骨料最大粒径不大于 20mm，10mm 以上的骨料总量应少于 30%，不宜采用细砂。

喷射混凝土凝结硬化快，粘结性和稳定性有所提高，在施工方面使混凝土的输送、浇捣合而为一，使得施工速度加快，已在一些工程中得到应用。

（4）装饰混凝土　装饰混凝土主要是指白色混凝土和彩色混凝土，在我国发展较晚，但在国外已得到

广泛的应用。

白色混凝土是以白水泥为胶结材料，白色或浅色岩石为骨料，或掺入一定量的白色颜料制成的混凝土。彩色混凝土是用彩色水泥或白水泥中掺入颜料，和彩色骨料或白色骨料按一定比例配制而成。装饰混凝土是利用混凝土拌合物具有的良好可塑性，在成形时采取一些措施使其表面产生装饰性的线形、纹理和质感，用来满足立面装饰要求。

5 砂　浆

砂浆是由无机胶凝材料、细骨料和水以及外加剂和外掺料按一定比例和水拌合而成。

砂浆主要用于砌筑、抹面、灌缝及粘贴饰面材料等。

建筑砂浆分类：

按胶凝材料分为：水泥砂浆、混合砂浆、石灰砂浆、石膏砂浆、沥青砂浆、聚合物砂浆等。

按用途分类：砌筑砂浆、抹面砂浆、装饰砂浆、防水砂浆和特种功能砂浆。

按表观密度分：小于 1500kg/m^3 的为轻砂浆；大于 1500kg/m^3 的为重砂浆。

5.1　砌筑砂浆

用于砌筑砖石砌体的砂浆称为砌筑砂浆，是砖石砌体的重要组成部分。

5.1.1　砌筑砂浆的组成

（1）水泥　水泥是砂浆的主要胶凝材料。

一般优先选用通用水泥六个品种中的一种，并且

不同品种的水泥，不得混合使用。

水泥强度等级应与所配制的砂浆强度等级相匹配。工程中多以32.5级的水泥来配制砌筑砂浆。《砌体工程施工质量验收规范》（GB50203—2002）规定，砌筑砂浆应通过试配确定配合比。当砌筑砂浆的组成材料有变更时，其配合比应重新确定。

（2）石灰　石灰是石灰砂浆、混合砂浆中的胶凝材料。掺入混合砂浆的石灰可以是石灰膏，也可以是磨细生石灰粉。《砌体工程施工质量验收规范》（GB50203—2002）规定，配制水泥石灰砂浆时，不得采用脱水硬化的石灰膏，消石灰粉不得直接使用于砌筑砂浆中。

（3）砂　砌筑砂浆用砂应符合JGJ52—92的质量要求。一般采用中砂。不得含有有害杂物。砂的含泥量对水泥砂浆强度等级不小于M5的水泥混合砂浆不应超过5%；对于强度等级小于M5的水泥混合砂浆，砂的含泥量不应超过10%。

人工砂、山砂及特细砂，应经试配能满足砌筑砂浆技术要求。

（4）外掺料及外加剂　粉煤灰是砂浆中比较理想的掺合料，它能提高砂浆的保水性、塑性、强度，同时又节约水泥和石灰。为进一步改善砂浆的和易性还可采用其他塑化材料，一是增塑剂，另一是保水剂。

GB50203—2002 规定，凡在砂浆中掺入有机塑化剂、早强剂、缓凝剂、防冻剂等，应经检验和试配符合要求后，方可使用。有机塑化剂应有砌体强度的型式检验报告。

5.1.2 砂浆的主要技术性质

（1）和易性　砂浆的和易性包括流动性和保水性。

1）流动性：砂浆的流动性又称稠度，表示砂浆在自重或外力作用下流动的性质，用“沉入度”表示。沉入度值通过砂浆稠度仪试测测定，以标准圆锥体在砂浆内自由沉入 10s 的沉入深度厘米（cm）数值表示。

砌筑砂浆的稠度，宜按表 5-1 的规定选用。

表 5-1　砌筑砂浆的稠度

砌体种类	砂浆稠度/cm
烧结普通砖砌体	7～9
轻骨料混凝土小型空心砌块砌体	6～9
烧结多孔砖、空心砖砌体	6～8
烧结普通砖平拱式过梁 空斗墙、筒拱 普通混凝土小型空心砌块砌体 加气混凝土砌块砌体	5～7
石砌体	3～5

2）保水性：砂浆的保水性是指砂浆能够保持水

份的能力。用“分层度”来表示，分层度用砂浆分层度测定仪测定，即测定砂浆静置 30min 前后的差值厘米（cm）数值表示。

砂浆的分层度不宜大于 3cm，但也不能为零。

（2）强度　砂浆强度一般是指抗压极限强度。砂浆的强度等级代号是 M，划分为 M2.5、M5、M7.5、M10、M15、M20 等六个等级。

影响砂浆强度的因素较多。用于不吸水底面（如密实的石材）的砂浆强度，主要取决于水泥的强度和灰水比；用于吸水底面（如烧结普通砖及其他多孔材料）的砂浆强度，主要取决于水泥强度与水泥用量。此外，砂浆的搅拌时间、使用时间、养护条件、龄期以及塑化剂和掺合料的品种、用量等因素也会影响砂浆强度。

（3）粘结力　砌筑砂浆的粘结力随其强度的增大而提高，并与砖石表面状态、清洁程度、潮湿情况、养护条件等有关。所以砌砖前砖要浇水湿润，烧结砖含水率控制在 10%～15%左右；硅酸盐砖含水率控制在 5%～8%左右。

（4）变形性能　砂浆在承受荷载或温度变化时，容易变形。变形过大或变形不均匀，都会引起砌体沉陷或出现裂缝。

（5）配合比　砌筑砂浆的配合比由配合比设计确

定。常用砌筑砂浆参考配合比见表 5-2、表 5-3。

表 5-2　混合砂浆参考配合比

水泥品种等级	砂浆强度等级	每 $1m^3$ 材料用量/kg			水泥:石灰膏:砂
		水泥 Qc	石灰膏 Qd	中砂 Qs	
32.5 级矿渣水泥	M5	180	160	1450	1:0.9:8.1
	M7.5	220	120	1450	1:0.55:6.6
	M10	260	80	1450	1:0.31:5.6
32.5 级普通水泥	M5	170	170	1450	1:1:8.5
	M7.5	210	130	1450	1:0.62:6.9
	M10	255	90	1450	1:0.35:5.7

表 5-3　水泥砂浆参考配合比（JGJ 98—2000）

砂浆强度等级	水泥用量 Qc/（kg/m^3）		砂用量 Qs/（kg/m^3）	水用量 Qw/（kg/m^3）		
	32.5 级	42.5 级		粗砂	中砂	细砂
M2.5～M7.5	200～230	200	$1m^3$ 砂的堆积密度	270	270～330	330
M10	220～280	220				
M15	280～340	280				
M20	340～400	340				

（6）砌筑砂浆的应用　水泥砂浆和水泥石灰砂浆一般用于砌筑潮湿环境以及强度要求较高的砌体，砖石基础一般采用水泥砂浆，石灰砂浆宜于砌筑干燥环境中的砌体。

5.2　粉煤灰砂浆

5.2.1　粉煤灰砂浆的种类及适用范围

粉煤灰砂浆是指掺入一定量粉煤灰的砂浆。

粉煤灰砂浆按其组成可分为：

粉煤灰水泥砂浆：适用于内外墙抹面、踢脚、窗口、勒脚、磨石地面底层、墙体勾缝装修工程和各种墙体砌体工程。

粉煤灰石灰砂浆：地面以上内墙的抹灰工程。

粉煤灰水泥石灰砂浆：地面以上墙体的砌筑和抹灰工程。

5.2.2 粉煤灰砂浆的合理掺量

粉煤灰的掺量与其性质、品质和种类有关。

砂浆中粉煤灰掺入量以取代水泥率 $\beta_{m,c}$（砂浆中的水泥被粉煤灰取代的百分率）和超量系数 $\delta_{m,c}$的乘积来表示。粉煤灰掺入量应通过试验确定，取代水泥率最大不超过 40%；取代石膏率最大不超过 50%。

$\beta_{m,c}$、$\delta_{m,c}$可参照表 5-4 选用。

表 5-4 砂浆中粉煤灰取代水泥率及超量系数（JGJ 28--1986）

砂浆品种		砂浆强度等级			
		M2.5	M5.0	M7.5	M10.0
水泥石灰砂浆	$\beta_{m,c}$（%）	15～40		10～25	
	$\delta_{m,c}$	1.2～1.7		1.1～1.5	
水泥砂浆	$\beta_{m,c}$（%）	25～40	20～30	15～25	10～20
	$\delta_{m,c}$	1.3～2.0		1.2～1.7	

5.2.3 粉煤灰砂浆使用注意事项

粉煤灰密度小、轻，搅拌时应采用砂浆搅拌机或强制搅拌机。投料时，粉煤灰应与水泥砂子同时加入，总搅拌时间不得小于 2min。施工前，基层应浇水浸润，施工后应加强养护。冬季施工时应注意保温。

5.3 抹面砂浆

5.3.1 抹面砂浆的种类、作用

抹面砂浆是以薄层涂抹于建筑物表面，又称抹灰砂浆。

按功能分为：一般抹面砂浆、装饰抹面砂浆、防水抹面砂浆、及其他特种抹面砂浆。

按所用材料分为：水泥砂浆、混合砂浆、石灰砂浆和水泥细石砂浆等。

作用都是粘结于基层之上，具有不同的装饰与保护作用。

5.3.2 普通抹面砂浆

普通抹面砂浆由胶凝材料、砂子、加筋材料及胶料组成。对于抹面砂浆，配合比一般无具体要求，但对流动性、保水性、粘结力却要求很高。通常配合比不作计算，而是选择经验配合比。参见表 5-5。

表 5-5　常见抹面砂浆配合比参考表

砂浆种类	材料	体积比例	应用范围
白灰砂浆	石灰:砂	1:2～1:4	砖石墙面
水泥石灰混合砂浆	水泥:石灰膏:砂	1:1:5～1:2:9	檐口、勒脚、混凝土结构抹面
水泥砂浆	水泥:砂	1:2.5～1:3	潮湿部位、勒脚、地面基层
水泥砂浆	水泥:砂	1:1.5～1:2	地面、墙面外层、顶棚
水泥白石子浆	水泥:白石子	1:1～1:2	水磨石
水泥石子浆	水泥:石子	1:1.5	剁斧石
麻刀灰	石灰膏:麻刀	100:1.3	顶棚底层、墙面抹灰
纸筋灰	石灰膏:纸筋	100:3	顶棚罩面、墙面罩面

5.3.3　装饰砂浆

（1）装饰砂浆的组成材料　装饰砂浆由水泥、合成树脂、砂、石渣、石屑等组成。

（2）装饰砂浆的种类　装饰砂浆按材料和施工工艺有：彩色灰浆、水磨石、剁斧石、水刷石、干粘石、拉毛、扫毛、喷甩云片等。

5.4　防水砂浆

5.4.1　防水砂浆组成

防水砂浆按其组成成分可分为：多层抹面水泥砂

浆、掺防水剂防水砂浆、膨胀水泥防水砂浆及掺聚合物防水砂浆。

在普通水泥砂浆中掺入一定量的防水剂以提高抗掺性能的砂浆称为掺防水剂防水砂浆。

（1）防水剂品种　国内目前生产的防水剂有：硅酸钠类、金属皂类及氯化物金属盐类等几大类。

（2）防水剂质量标准　使用氯化物金属盐类防水剂和金属皂类防水剂，砂浆性能应符合表 5-6 的规定。

表 5-6　受检砂浆性能（JG 474—92）

试验项目			性能指标	
			一等品	合格品
安定性			合格	合格
凝结时间	初凝/min 不早于		45	45
	终凝/h 不迟于		10	10
抗压强度比（%）≥		7d	100	95
		28d	90	85
		90d	85	80
透水压力比（%）≥			300	200
48h 吸水量比（%）<			65	75
90d 收缩率（%）<			110	120

注：除凝结时间、安定性为受检净浆的试验结果外，表中所列数据均为受检砂浆与基准砂浆的比值。

5.4.2 防水砂浆适用范围

适用于埋置深度不大、不受振动和具有一定刚度的地上及地下防水工程。

目前国内已采用在普通砂浆内掺入聚合物，配制聚合物防水砂浆，在地下工程防渗、防潮及某些有特殊气密性要求的工程中已取得成效。

6 建筑钢材

6.1 常用建筑钢材

6.1.1 钢材的分类

(1) 按化学成分分

1) 碳素钢

低碳钢：含碳量小于 0.25%。

中碳钢：含碳量 0.25%～0.65%。

高碳钢：含碳量大于 0.60%。

2) 合金钢

低合金钢：合金元素总含量小于 5.0%。

中合金钢：合金元素总含量 5.0%～10.0%。

高合金钢：合金元素总含量大于 10.0%。

(2) 按冶炼方法分

平炉钢、氧气转炉钢、电炉钢。

(3) 按杂质含量分

普通碳素钢：硫含量 0.055%～0.065%，磷含量 0.045%～0.085%。

优质碳素钢：硫含量 0.030%～0.045%，磷含

量0.035%～0.040%。

高级碳素钢：硫含量不大于0.030%，磷含量不大于0.035%。

(4) 按冶炼时脱氧程度分

特殊镇静钢：代号TZ。

镇静钢：代号Z。

半镇静钢：代号b。

沸腾钢：代号F。

(5) 按用途分

结构钢：有碳素结构钢、合金结构钢。

工具钢：有碳素工具钢、合金工具钢、高速工具钢。

特殊钢：如桥钢、钢轨钢等。

6.1.2 钢材的主要性能

钢材的性能分为两大类：一类叫使用性能（它包括力学性能、物理性能、化学性能以及它的使用性能等），另一类叫工艺性能（包括冷弯性能、焊接性能、热处理性能等）。

(1) 抗拉性能　抗拉性能是钢材的主要力学性能。由拉力试验确定的屈服强度、抗拉强度、和伸长率是钢材的主要技术指标。

(2) 冷弯性能　冷弯性能是指钢材在常温下承受弯曲变形的能力，它是钢材的重要工艺性能。

钢材的冷弯性能，用弯曲的角度 α 和弯曲直径 d 和试件直径（或厚度）a 的比值来表示。当按规定的角度 α 和 d/a 值对试件进行冷弯时，试件受弯处不发生裂缝、断裂或起层，即认为冷弯性能合格。

（3）冲击韧性　冲击韧性是指钢材抵抗冲击荷载而不破坏的能力。它是通过标准试件的弯曲冲击韧性试验确定的。以试样冲断时，试件单位截面积上所消耗的功来表示。

（4）耐疲劳性　钢材在交变荷载反复多次作用下，可在最大应力远低于屈服强度的情况下突然破坏。这种破坏称为疲劳破坏。一般将承受 10^7 周次时不破坏的最大应力定义为疲劳强度。

（5）硬度　硬度是指金属材料抵抗硬物压入表面的能力。是热处理工件质量检查的一项重要指标。测定硬度可用压入法。按照压头和压力的不同，测定钢材硬度常用的方法有布氏法、洛氏法和维氏法。相应的硬度试验指标有布氏硬度（HB）、洛氏硬度（HR）和维氏硬度（HV）。

6.1.3　常用建筑钢材的技术标准

（1）普通碳素结构钢　也称做碳素结构钢。

1）普通碳素结构钢的牌号及表示方法：根据《碳素结构钢》（GB700—1988）规定，碳素结构钢分为 Q195、Q215、Q235、Q255、Q275 五种牌号。牌

号由代表钢材屈服强度的字母“Q”、屈服强度数值、质量等级符号（A、B、C、D）和脱氧程度符合四个部分按顺序组成。沸腾钢用“F”表示；半镇静钢用“b”表示；镇静钢有“Z”表示；特殊镇静钢用“TZ”表示。当为镇静钢或特殊镇静钢时，“Z”与“TZ”可以省略。

如：Q235—B·F，表示屈服强度为不小于235MPa，质量等级为B级的沸腾碳素结构钢。

2）普通碳素结构钢的技术性能：碳素结构钢的化学成分、力学、工艺性能见表6-1、表6-2、表6-3。

表6-1 碳素结构钢的化学成分（GB700—1988）

牌号	等级	化学成分、（%）					脱氧方法
		C	Mn	Si	S	P	
				不大于			
Q195	—	0.06～0.12	0.25～0.50	0.30	0.050	0.045	F、b、Z
Q215	A	0.09～0.15	0.25～0.55	0.30	0.050	0.045	F、b、Z
	B				0.045		
Q235	A	0.14～0.22	0.30～0.65	0.30	0.050	0.045	F、b、Z
	B	0.12～0.20	0.30～0.70		0.045		
	C	≤0.18	0.35～0.80		0.040	0.040	Z
	D	≤0.17			0.035	0.035	TZ
Q255	A	0.18～0.28	0.40～0.70	0.30	0.050	0.045	F、b、Z
	B				0.045		
Q275	—	0.28～0.38	0.50～0.80	0.35	0.050	0.045	b、Z

表 6-2　碳素结构钢的冷弯试验（GB 700—1988）

牌号	试样方向	冷弯试验，$B=2a$，180°		
		钢材厚度（直径），/mm		
		60	>60～100	>100～200
		弯心直径 d		
Q195	纵 横	0 0.5a	—	—
Q215	纵 横	0.5a a	1.5a 2a	2a 2.5a
Q235	纵 横	a 1.5a	2a 2.5a	2.5a 3a
Q255	—	2a	3a	3.5a
Q275	—	3a	4a	4.5a

（2）优质碳素结构钢钢号及表示方法　优质碳素钢按含碳量划分钢号。按《优质碳素结构钢》（GB699—1988）的规定，根据其含锰量不同可分为：普通含锰量钢（含锰量小于 0.8%，共 20 个钢号）和较高含锰量钢（含锰量 0.7%～1.2%，共 11 个钢号）两组。

优质碳素钢的钢号用两位数字表示，数字代表平均含碳量的万分数。较高含锰量钢，在钢号后面加“锰”或“Mn”。沸腾钢或半镇静钢还应在钢号后面

表 6-3　碳素结构钢的拉伸、冲击性能（GB 700—1988）

牌号	等级	拉伸性能														冲击试验	
		屈服点 σ_s/MPa						抗拉强度 σ_b (MPa)	伸长率 δ_5（%）						温度 /℃	V型冲击功（纵向）/J
		钢材厚度（直径）/mm							钢材厚度（直径）/mm								
		≤16	>16～40	>40～60	>60～100	>100～150	>150		≤16	>16～40	>40～60	>60～100	>100～150	>150			
		不小于							不小于								不小于
Q195	—	(195)	(185)	—	—	—	—	315～430	33	32	—	—	—	—		—	—
Q215	A	215	205	195	185	175	165	335～450	31	30	29	28	27	26		—	—
	B															20	27
Q235	A	235	225	215	205	195	185	375～500	26	25	24	23	22	21		—	—
	B															20	
	C															—	27
	D															20	
Q255	A	255	245	235	225	215	205	410～550	24	23	22	21	20	19		—	—
	B															20	27
Q275	—	275	265	255	245	235	225	490～630	20	19	18	17	16	15		—	

加写“沸”（或F）或“半”（或b）。

优质碳素结构钢中的30、35、40、45号钢作高强螺栓，45号钢还常用作预应力钢筋的锚具。65、70、75、80号钢可用来生产预应力混凝土用的碳素钢丝、刻痕钢丝和钢铰线。

（3）普通低合金结构钢

1）低合金结构钢牌号及表示方法：低合金结构钢的牌号由代表钢材屈服强度的字母“Q”、屈服强度数值、质量等级符号（A、B、C、D、E）三个部分按顺序组成。按照《低合金高强度结构钢》（GB/T1591—1994）规定共分为20个钢号。

如：Q345B，表示屈服强度为不小于345MPa，质量等级为B级的低合金结构钢。

2）低合金结构钢的特点及应用：低合金结构钢的含碳量都小于或等于0.2%，具有良好的塑性、韧性及适当的可焊性。力学性能优于普通碳素钢，并且可以减轻自重，加大结构跨度，节约钢材，长久耐用，多用于高层建筑及大跨结构。

6.2 钢筋

6.2.1 热轧钢筋

热轧钢筋按力学性能分为：Ⅰ级、Ⅱ级、Ⅲ级、Ⅳ级。按表面状况不同分为光圆钢筋和带肋钢筋。按

供应方式可分为热轧直条光圆钢筋和盘条钢筋。各强度等级热轧钢筋的技术性能见表 6-4。

表 6-4　钢筋混凝土用热轧钢筋的力学性能与冷弯性能（GB 13013—1991、GB1499—1998）

表面形状	钢筋级别	强度等级代号	牌号	公称直径/mm	σ_s /MPa	σ_b /MPa	δ_5 （%）	冷弯 d —弯心直径 a—钢筋公称直径
					不小于			
带肋钢筋	Ⅰ	R235	Q235	8～20	235	370	25	180° $d=a$
	Ⅱ	RL335	HRB335	6～25 28～50	335	490	16	180° $d=3a$ $d=4a$
	Ⅲ	RL400	HRB400	6～25 28～50	400	570	14	180° $d=4a$ $d=4a$
	Ⅳ	RL540	HRB500	6～25 28～50	540	630	12	180° $d=6a$ $d=7a$

表中 H、R、B 分别为热轧、肋、钢筋的英文名称的第一个字母。

6.2.2　热处理钢筋

热处理钢筋分为钢筋混凝土用余热处理钢筋和预应力钢筋混凝土用热处理钢筋。根据《钢筋混凝土用余热处理钢筋》（GB13014—1991）和《预应力混凝土用热处理钢筋》（GB4463—1984）的规定，牌号、代号及力学性能见表 6-5 和表 6-6。

表 6-5　余热处理钢筋力学性能和工艺性能

（GB 13014—1991）

表面形状	钢筋级别	强度等级代号	公称直径/mm	屈服点 σ_s/MPa	抗拉强度 σ_b/MPa	伸长率 δ_5（%）	冷弯 d—弯心直径 a—钢筋公称直径
				不小于			
月牙肋	Ⅲ	KL400	8～25 28～40	440	600	14	$90°\ d=3a$ $90°\ d=4a$

表 6-6　预应力混凝土用热处理钢筋力学性能

（GB 4463—1984）

公称直径（mm）	牌号	屈服强度 $\sigma_{0.2}$/MPa	抗拉强度 σ_b/MPa	伸长率 δ_{10}（%）
		不小于		
6 8.2 10	$40Si_2Mn$ $48Si_2Mn$ $45Si_2Cr$	1325	1470	6

6.2.3　冷拉钢筋

冷拉钢筋是用热轧钢筋加工而成。钢筋在常温下经过冷拉可达到除锈、调直、提高强度和节约钢材的目的。对于承受冲击和振动荷载的结构及吊钩等不允许使用冷拉钢筋。冷拉钢筋的力学性能和控制参数见表 6-7、表 6-8。

表 6-7　冷拉钢筋的力学性能（GB 50204—1992）

钢筋级别	钢筋直径/mm	屈服强度/MPa	抗拉强度/MPa	伸长率 δ_{10}（%）	冷弯	
		不小于			弯曲角度	弯曲直径
Ⅰ级	≤12	280	370	11	180°	3d
Ⅱ级	≤25	450	510	10	90°	3d
	28～40	430	490	10	90°	4d
Ⅲ级	28～40	500	570	8	90°	5d
Ⅳ	10～28	700	835	6	90°	5d

表 6-8　冷拉钢筋的控制参数（GB 50204—1992）

钢筋级别	钢筋直径/mm	控制应力法		控制冷拉率
		控制应力/MPa	控制冷拉率(%)	冷拉应力/MPa
Ⅰ级	≤12	280	10.0	310
Ⅱ级	≤25	450	5.5	480
	28～40	430	5.5	460
Ⅲ级	28～40	500	5.0	530
Ⅳ级	10～28	700	4.0	730

6.2.4　冷轧带肋钢筋

冷轧带肋钢筋是以普通低碳钢或低合金钢热轧盘条为母材，经多道冷轧（拔）减径和一道压痕而成的两面有肋的钢筋。其牌号由 LL 和钢筋的抗拉强度等级数值表示。第一个 L 表示“冷”字的汉语拼音字

头，第二个 L 为“肋”字的汉语拼音字头。

冷轧带肋钢筋的公称直径范围为 4～12mm，推荐钢筋公称直径范围为 5、6、7、8、9、10mm。其牌号、级别代号、力学性能和工艺性能见表 6-9。

表 6-9　冷轧带肋钢筋的牌号、力学和工艺性能（GB 13788—1992）

级别代号	牌号	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ /MPa ≥	抗拉强度 σ_b /MPa ≥	伸长率（%）≥		冷弯 180° D 弯心直径 d 钢筋公称直径	应力松弛 $\sigma_{con}=0.70\sigma_b$	
				δ_{10}	δ_{100}		1000h（%）≤	10h（%）≤
LL550	Q215	500	550	8	—	$D=3d$	—	—
LL650	Q235	520	650	—	4	$D=4d$	8	5
LL800	24MnTi	640	800	—	4	$D=5d$	8	5

6.2.5　冷轧扭钢筋

冷轧扭钢筋是由Ⅰ级盘圆母材一次调制、冷轧和扭转而成的，具有连续螺旋状的新型钢筋。冷轧扭钢筋可按下料尺寸成形，根据施工需要和计划进度，将成品钢筋直接供应现场，免除现场加工钢筋的困难。冷轧扭钢筋的力学性能见表 6-10。

表 6-10　冷轧扭钢筋的力学性能（JG 3046—1998）

抗拉强度/MPa	伸长率（δ_{10}）（%）	冷弯 180°，弯心直径 $=3d$
≥580	≥4.5	弯曲部位表面不得产生裂纹

6.3 钢丝与钢绞线

6.3.1 冷拔低碳钢丝

冷拔低碳钢丝是用普通低碳钢热扎圆盘条钢筋拔制而成。按强度分为甲级和乙级两种。甲级钢主要用于预应力筋，乙级钢丝用于焊接网片、骨架、箍筋等。其力学性能见表 6-11。

表 6-11 冷拔低碳钢丝的力学性能（GB 50204—1992）

钢丝级别	直径/mm	抗拉强度/MPa		伸长率 l_0=100mm（%）	反复弯曲 180°的次数
		Ⅰ组	Ⅱ组		
		≥			
甲级	5	650	600	3	4
	4	700	650	2.5	4
乙级	3～5	550		2	4

6.3.2 预应力混凝土用钢丝

预应力混凝土用钢丝是用牌号为 60～80 的优质碳素钢盘条，经酸洗、冷拉或冷拉再回火等工艺制成。分为冷拉钢丝与消除应力钢丝两种供货名称。还可制成刻痕钢丝。

《预应力混凝土用钢丝》（GB5223—1995）规定：预应力钢丝分为冷拉钢丝（代号 RCD）、消除应力钢丝（代号 S）和消除应力刻痕钢丝（代号 SI）、消除应力螺旋钢丝四种。

冷拉钢丝、消除应力钢丝和消除应力刻痕钢丝的

力学性能见表 6-12、表 6-13、表 6-14。

表 6-12　冷拉钢丝的力学性能（GB 5223—1995）

公称直径/mm	抗拉强度 σ_b 不小于/MPa	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ 不小于/MPa	伸长率（%）$l_0=100$mm 不小于	反复弯曲	
				次数≥	弯曲半径 r/mm
3.0	1470	1100	2	4	7.5
	1570	1180	2	4	7.5
4.0	1670	1250	3	4	10
5.0	1470	1100	3	5	15
	1570	1180	3	5	15
	1670	1250	3	5	15

表 6-13　消除应力钢丝的力学性能（GB 5223—1995）

公称直径/mm	抗拉强度 σ_b/MPa ≥	规定非比例伸长应力 $\sigma_{0.2}$/MPa ≥	伸长率（%）$l_0=100$mm ≥	弯曲次数		松弛		
				次数 180≥	弯曲半径/mm	初始应力相当于公称抗拉强度的百分数	1000h 应力损失（%）≤	
							Ⅰ级松弛	Ⅱ级松弛
4.00	1470	1250	4	3	10	60	4.5	1.0
	1570	1330						
5.00	1670	1410		4	15			
	1770	1500						
6.00	1570	1330						
	1670	1420				70	8	2.5
7.00	1470	1250			20	80	12	4.5
8.00	1570	1330						
9.00					25			

表 6-14　消除应力刻痕钢丝的力学性能（GB 5223—1995）

公称直径/mm	抗拉强度 σ_b /MPa ≥	屈服强度 $\sigma_{0.2}$ /MPa ≥	伸长率 l_0=100mm (%) ≥	弯曲次数 次数 180°≥	弯曲半径/mm	松弛 初始应力相当于公称抗拉强度的百分数(%)	松弛 1000h 应力损失(%) Ⅰ级松弛	松弛 1000h 应力损失(%) Ⅱ级松弛
≤5.00	1470	1250	4	3	15	70	8	2.5
	1570	1340						
>5.00	1470	1250			20			
	1570	1340						

6.3.3　钢绞线

钢绞线一般是用 2 根、3 根或 7 根 2.5～5.0mm 的冷拉碳素钢丝在绞线机上绞捻后经一定热处理而制成。其力学性能见表 6-15。

表 6-15　钢绞线的力学性能（GB/T 5224—1995）

钢绞线结构	钢绞线公称直径/mm	强度级别/MPa	整根钢绞线的最大负荷/kN 不小于	屈服负荷/kN 不小于	伸长率(%) 不小于	1000h 松弛率(%)≤ Ⅰ级松弛 初始负荷 70%公称最大负荷	Ⅰ级松弛 初始负荷 80%公称最大负荷	Ⅱ级松弛 初始负荷 70%公称最大负荷	Ⅱ级松弛 初始负荷 80%公称最大负荷
1×2	10.00	1720	67.9	57.7	3.5	8.0	12	2.5	4.5
	12.00		97.9	83.2					

（续）

钢绞线结构	钢绞线公称直径/mm		强度级别/MPa	整根钢绞线的最大负荷/kN	屈服负荷/kN	伸长率（%）	1000h松弛率（%）<			
							Ⅰ级松弛		Ⅱ级松弛	
							初始负荷			
				不小于			70%公称最大负荷	80%公称最大负荷	70%公称最大负荷	80%公称最大负荷
1×3	10.80		1720	102	86.7	3.5	8.0	12	2.5	4.5
	12.90			147	125					
1×7	标准型	9.50	1860	102	86.6					
		11.10	1860	138	117					
		12.70	1860	184	156					
		15.20	1720	239	203					
			1860	259	220					
	模拔型	12.70	1860	209	178					
		15.20	1820	300	255					

注：1. Ⅰ级松弛即普通松弛级，Ⅱ级松弛即低松弛级，它们分别适用所有钢绞线。

2. 屈服负荷不小于整根钢绞线公称最大负荷的85%。

钢绞线强度高，与混凝土握裹力强，断面面积大，易于锚固，多用于大跨度、重荷载的预应力构件。

钢丝、刻痕钢丝及钢绞线的强度几乎是热轧Ⅳ级

钢筋的两倍。具有良好的柔韧性，是用于大跨度大荷载及曲线配筋的预应力混凝土结构的理想钢材。

6.4 型钢

型钢多采用普通碳素结构钢、优质碳素结构钢和普通低合金钢，经热轧成形制成。常用的型钢有扁钢、角钢、工字形钢和槽钢等。

6.4.1 热轧扁钢

（1）扁钢截面及标注　扁钢的截面形式及标注方法如图 6-1 所示。

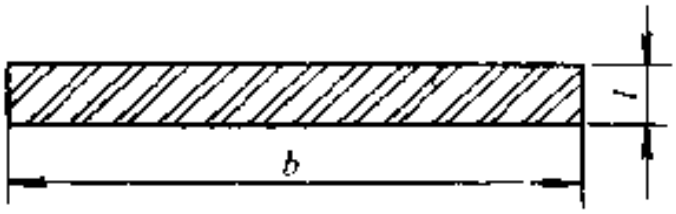


图 6-1　热轧扁钢

t—扁钢厚度　b—扁钢宽度

（2）扁钢的规格及理论质量

1）规格

宽度：10～200mm、厚度：3～60mm、长度：3～9m。

2）理论质量

分为两组：第一组的理论质量≤19kg/m；第二组的理论质量＞19kg/m。

（3）扁钢的截面尺寸及允许偏差见表 6-16。

表 6-16　扁钢的截面尺寸允许偏差　（mm）

宽度			厚度		
尺寸	允许偏差		尺寸	允许偏差	
	普通级	较高级		普通级	较高级
10～50	+0.5 -1.0	+0.3 -0.9	3～16	+0.3 -0.5	+0.2 -0.4
>50～70	+0.6 -1.3	+0.4 -1.2			
>75～100	+0.9 -1.8	+0.7 -1.7	>16～60	+1.5% -3.0%	+1.0% -2.5%
>100～150	+1.0% -2.0%	+0.8% -1.8%			

（4）长度及允许偏差

1）通常长度

①普通钢

第一组（理论质量≤19kg/m）：3～9m。

第二组（理论质量＞19kg/m）：3～7m。

②优质钢

全部规格尺寸均为 2～6m。

2）扁钢如按定尺长度或倍尺长度交货时，其长度允许偏差应符合表 6-17 的规定。

表 6-17　扁钢定尺或倍尺长度允许偏差

定尺或倍尺长度/m	≤4	>4～6	>6
允许偏差/mm	+30 0	+50 0	+70 0

6.4.2　热轧角钢

角钢分为等边角钢和不等边角钢两种，以边宽来编号。如边宽为 20mm，其编号为 2，如边宽为 200mm，则编号为 20。其截面形状如图 6-2 所示。

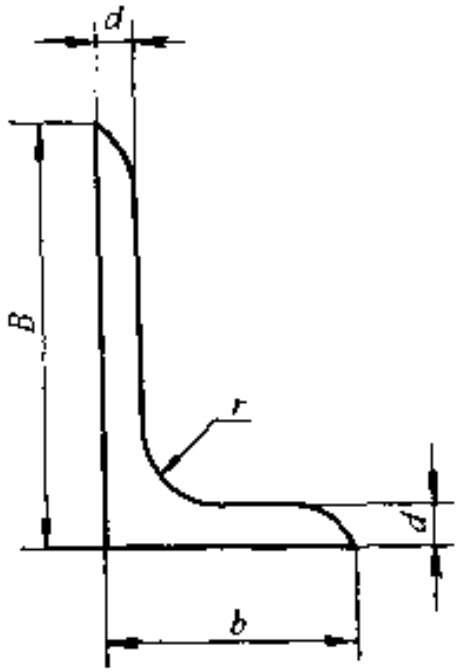


图 6-2　热轧角钢

B—长边宽度　b—短边宽度

d—边厚度　r—内圆弧半径

（1）热轧等边角钢

1）规格及理论质量

边宽：20～200mm、厚度：3～24mm、理论质量：0.889～71.168kg/m。

边宽、边厚度的尺寸允许偏差见表 6-18。

表 6-18　等边角钢尺寸允许偏差

型号	允许偏差/mm		型号	允许偏差/mm	
	边宽度 b	边厚度 d		边宽度 b	边厚度 d
2～5.6	±0.8	±0.4	10～14	±1.8	+0.7
6.3～9	±1.2	±0.6	16～20	±2.5	−1.0

2）长度及允许偏差：通常长度应符合表 6-19 的规定。

表 6-19　等边角钢通常长度

型号	长度/m	型号	长度/m
2～9	4～12	16～20	6～19
10～14	4～19		

等边角钢如按定尺、倍尺长度交货时，其允许偏差为 $^{+50}_{0}$mm。

3）质量及允许偏差：等边角钢按理论质量或实际质量交货时，角钢每米质量允许偏差不得超过 $\pm\frac{3}{5}\%$。

（2）热轧不等边角钢

1）规格及理论质量

边宽：25/16～200/125mm、厚度：3～18mm、理论重量：0.912～43.588kg/m。

边宽、边厚度的尺寸允许偏差见表 6-20。

表 6-20　不等边角钢尺寸允许偏差

型号	允许偏差/mm		型号	允许偏差/mm	
	边宽度 b	边厚度 d		边宽度 b	边厚度 d
2.5/1.6～5.6/3.6	±0.8	±0.4	10/6.3～14/9	±2.0	±0.7
6.3/4～9/5.6	±1.5	±0.6	16/10～20/12.5	±2.5	±1.0

2）长度及允许偏差：通常长度应符合表 6-21 的规定。

表 6-21　不等边角钢通常长度

型号	长度/m	型号	长度/m
2.5/1.6～9/5.6	4～12	16/10～20/12.5	6～19
10/6.3～14/9	4～19		

不等边角钢如按定尺、倍尺长度交货时，其允许偏差为 $^{+50}_{0}$mm。

3）质量及允许偏差：等边角钢按理论质量或实际质量交货时，角钢每米质量允许偏差不得超过 $\pm^{3}_{5}\%$。

6.4.3　热轧工字钢

（1）热轧工字钢截面及标注　热轧工字钢的截面形式及标注方法如图 6-3 所示。

（2）热轧工字钢的型号　热轧工字钢的型号以横截面高度的厘米数来表示。如截面高度为 100mm，其型号为 10。按腰厚度不同分为 a、b、c 三类。

（3）热轧工字钢型号及尺寸允许偏差　热轧工字钢尺寸

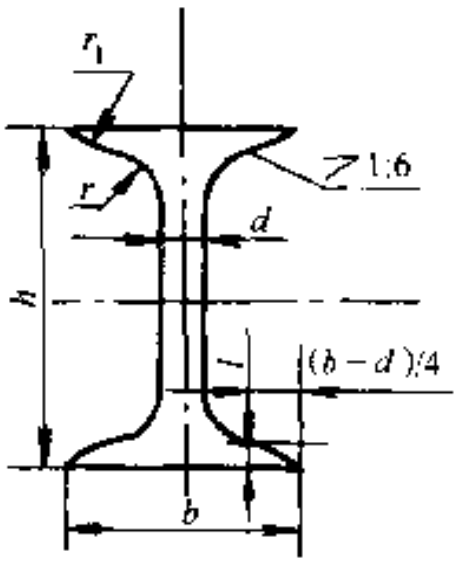


图 6-3　热轧工字钢
h—高度　b—腿宽度　d—腰厚度　t—平均腿厚度　r—内圆弧半径　r_1—腿端圆弧半径

允许偏差见表 6-22。

表 6-22　热轧工字钢尺寸允许偏差

型号	允许偏差		
	高度 h	腿宽度 b	腰厚度 d
≤14	±2.0	±2.0	±0.5
>14～18		+2.5	
>18～30	±3.0	±3.0	−0.7
>30～40		±3.5	±0.8
>40～63	±4.0	±4.0	±0.9

(4) 热轧工字钢长度及允许偏差

1) 热轧工字钢通常长度：应符合表 6-23 的规定。

表 6-23　工字钢通常长度

型号	长度/m
10～18	5～19
20～63	6～19

2) 定尺、倍尺长度：工字钢按定尺或倍尺长度交货时，其长度允许偏差应符合表 6-24 的规定。

表 6-24　定尺、倍尺长度及允许偏差

定尺、倍尺长度/m	允许偏差/mm
≤8	+40 0
>8	+80 0

（5）热轧工字钢质量及允许偏差　工字钢按理论质量或实际质量交货，根据双方协议，工字钢质量每米允许偏差不得超过$^{+3}_{-5}$%。

6.5　钢材的验收与贮运

6.5.1　钢材的验收

钢材到货时必须有钢材生产厂质量检验部门提供的产品合格证。产品合格证的内容包括：钢种、规格、数量、机械性能、化学成分的数据及结论、出厂日期、检验部门的印章、合格证的编号。

6.5.2　钢材的贮运

钢材由于重量大、长度长，运输前必须了解所运钢材的长度和单捆重量，以便安排运输车辆和吊车。

钢材要按品种、规格，分类放置。最好放置在库房内，以防锈蚀。

7　木材性能与检验

7.1　常用建筑木材

7.1.1　木材的分类

(1) 按树种分类

针叶树类：红松、落叶松、云杉、冷杉、柏木等。

落叶树类：榆木、桦木、柞木、山杨、青杨等。

(2) 按材种分类

原木：除去皮、根、树梢的木材，并已按一定尺寸加工成规定直径和长度的材料。

原条：除去皮、根、树梢但尚未按一定尺寸加工的木材。

板方材：已加工成一定规格的木材。板材是指宽度为厚度的3倍或以上的木材，方材是指宽度小于3倍厚度的木材。

人造板材：利用木材、木质纤维、木质碎料以及其他植物纤维为原料，加胶粘剂和其他添加剂制成的板材。如胶合板、纤维板、刨花板等。

7.1.2 木材的物理力学性质

(1) 木材的物理性质

1) 密度与表观密度：木材的平均密度约为1550kg/m^3，表观密度在400～600kg/m^{3}范围内，平均为500kg/m^3。

2) 吸湿性与含水率：木材的吸湿性很强。木材的含水率随环境温度、湿度的改变而变化。新伐木材平衡含水率一般在35%以上，风干木材平衡含水率为15%～25%，室内干燥木材平衡含水率为8%～15%。

3) 其他物理性质：湿胀干缩、热导率等，随表观密度增大而增大；较好的吸声性能；良好的电绝缘性。

(2) 力学性能　包括抗压强度、抗拉强度、抗弯强度和抗剪强度。

木材各项强度之间的关系见表7-1。

表7-1　木材各项强度之间的关系

抗拉		抗压		抗剪		弯曲
顺纹	横纹	顺纹	横纹	顺纹	横纹	
2～3	1/3～1/20	1	1/3～1/10	1/7～1/3	1/2～1	1.5～2.0

注：表中以顺纹抗压强度极限为1，其他各项强度皆为其倍数。

7.1.3 常用建筑木材质量标准及应用

建筑木材根据不同的荷载方式，木材的各种疵点

的多少、部位和大小来划分等级。一等材用于受拉和受弯构件；二等材用于受弯和压弯构件；三等材用于受压构件。

板方材材质标准及常用木材选用见表 7-2、表 7-3。

表 7-2　板方材材质标准

缺陷名称	检量方法	针叶树板方材				阔叶树板方材			
		允许限度（%）				允许限度（%）			
		特种锯材	普通锯材			特种锯材	普通锯材		
			一等	二等	三等		一等	二等	三等
活节	最大尺寸不得超过材宽的	10	20	40	不限	10	20	40	不限
死节	任意材长 1m 范围内的个数不超过	3	5	10		2	4	6	
腐朽	面积不得超过所在材面面积的	不许有	不许有	10	25	不许有	不许有	10	25
裂纹夹皮	长度不得超过材长的	5	10	30	不限	10	15	40	不限
虫害	任意材长 1m 范围内的个数不得超过	不许有	不许有	15	不限	不许有	不许有	8	不限
钝棱	最严重缺角尺寸不得超过	10	25	50	80	15	25	50	80
弯曲	横弯不得超过	0.3	0.5	2	3	0.5	1	2	4
	顺弯不得超过	1	2	3	不限	1	2	3	不限
斜纹	斜纹倾斜高不得超过水平长的	5	10	20	不限	5	10	20	不限

表 7-3　木材的选用

使用部位	材质要求	建议选用的树种
屋架（包括：梁、柱、搁栅等）	纹理顺直、适当的强度、耐久性好、干缩小	杉树、松树、青杨、红椿等
门窗	易干燥、干燥后不变形，质轻，易加工，具有一定花纹	杉树、松树、桦树等
墙板、镶板、天花板	有一定强度、质轻、有装饰花纹	杉树、松树、核桃树、水曲柳等
地板	耐腐蚀、耐磨、质硬、有装饰花纹	杉树、松树、桦树、水曲柳、楠木等

7.2　装饰用木材

装饰用木材包括：胶合板、纤维板、刨花板、木地板等。

7.2.1　胶合板

胶合板又称层压板，是将原木旋切成薄片，用胶粘剂加热压制而成。胶合板是 3～13 层的奇数，并以层数命名。

（1）胶合板分类

1）按原木树种分为：阔叶树材胶合板；针叶树材胶合板。

2）按《胶合板、普通胶合板通用技术条件》

(GB9846·4—88) 分为：特种胶合板和普通胶合板。普通胶合板分为四类，其特性及适用范围见表 7-4。

表 7-4　胶合板分类、特征及适用范围

种类	分类	名称	胶种	特性	适用范围
阔叶树材胶合板	Ⅰ类	NQF（耐气候、耐沸水胶合板）	酚醛树脂胶或其他性能相当的胶	耐久、耐煮沸或蒸汽处理、耐干热、抗菌	室外工程
	Ⅱ类	NS（耐水胶合板）	脲醛树脂胶或其他性能相当的胶	耐冷水浸泡及短时间热水浸泡、不耐煮沸	室外工程
	Ⅲ类	NC（耐潮胶合板）	血胶、脲醛树脂胶或其他性能相当的胶	耐短期冷水浸泡	室内工程一般常态下使用
	Ⅳ类	BNC（不耐潮胶合板）	豆胶或其他性能相当的胶	有一定胶合强度但不耐潮	室内工程一般常态下使用
针叶树材胶合板	Ⅰ类	NQF（耐气候、耐沸水胶合板）	酚醛树脂胶或其他性能相当的合成树脂胶	耐水、耐热、抗真菌	室外长期使用工程
	Ⅱ类	NS（耐水胶合板）	脱水脲醛树脂胶、改性脲醛树脂胶或其他性能相当的胶	耐水、抗真菌	潮湿环境下使用的工程
	Ⅲ类	NC（耐潮胶合板）	血胶和脲醛树脂胶	耐潮	室内工程
	Ⅳ类	BNC（不耐潮胶合板）	豆胶、脲醛树脂胶	不耐水、潮	室内工程干燥环境下使用

（2）胶合板的标定规格　普通胶合板的厚度规格和幅面尺寸见表 7-5。

表 7-5　胶合板的标定规格

种类	厚度/mm	宽度/mm	长度/mm					
			915	1220	1525	1830	2135	2440
阔叶树材胶合板	2.5、2.7、3、3.5、4、5、6……（自 4mm 起，按每 mm 递增）	915	915	—	—	1830	2135	—
		1220	—	1220	—	1830	2135	2440
针叶树材胶合板	3、3.5、4、5、6……（自 4mm 起、按每 mm 递增）	1525	—	—	1525	1830	—	—

（3）胶合板体积、张数换算　胶合板以体积计量，根据幅面、厚度换算成每立方米的张数，其换算见表 7-6。

表 7-6　胶合板体积、张数换算

幅面/mm	面积/mm^2	每立方米张数/张							
		3 层			5 层		7 层	9 层	11 层
		厚度/mm							
		3	3.5	4	5	6	7	9	11
915×915	0.837	398	345	303	239	199	172	135	109
915×1220	1.116	294	256	222	179	147	128	96	31
915×1830	1.675	199	171	149	119	100	85	67	54
915×2135	1.953	171	147	128	102	85	73	56	46
1220×1830	2.233	149	128	112	90	75	64	50	41
1220×2135	2.605	128	109	96	77	64	55	43	35

（续）

幅面/mm	面积/mm^2	每立方米张数/张							
		3层			5层		7层	9层	11层
		厚度/mm							
		3	3.5	4	5	6	7	9	11
1525×1830	2.791	119	102	90	72	60	51	40	33
1220×2440	2.977	112	96	84	67	56	48	37	30
1525×2135	3.256	102	88	77	61	51	44	34	28
1525×2440	3.721	90	76	66	53	45	38	30	24

7.2.2 纤维板

纤维板是以植物纤维为原料制成的。据成形时温度和压力不同，纤维板分为硬质、半硬质和软质三种。硬质纤维板可用于室内墙壁、地板、门窗、家具和装修等。软质纤维板多用作吸声、绝热材料。

硬质纤维板按加工处理方式分为特级纤维板和普通纤维板。硬质纤维板的标定规格、物理力学性能及外观质量要求见表7-7、表7-8。

表7-7 硬质纤维板的标定规格

幅面尺寸（宽×长）/mm	厚度/mm	尺寸允许公差/mm		
		长、宽度	厚度	
			3，4	5
610×1220 1220×2440 916×1830 1220×3050 915×2135 1000×2000 1220×1830	3（3.2），4，5（4.8）	±5	±0.3	±0.4

表 7-8　硬质纤维板的物理力学性能及外观质量要求

物理力学性能					外观质量要求			
项目	特级	普通级			缺陷名称	允许限度（特级和普通级）		
		一等	二等	三等		一等	二等	三等
表观密度/kg/m³≥	1000	900	800	800	水渍	轻微	不显著	显著
					油污	不许有	不显著	显著
吸水率（%）<	15	20	30	35	斑纹	不许有	不许有	轻微
					粘痕	不许有	不许有	轻微
含水率（%）	4～10	5～12	5～12	5～12	压痕	轻微	不显著	显著
静曲强度/MPa≥	50	40	30	20	鼓泡、分层、水湿、碳化、裂痕、边角松软	不许有	不许有	不许有

7.2.3　刨花板

刨花板是利用木材的刨花、碎片、木屑为原料，经干燥、拌胶、热压制成的板材。

（1）刨花板的分类　根据生产工艺分为平压板、挤压板和滚压板。

（2）刨花板的技术要求　刨花板表面分为砂光和未砂光两种。根据技术要求分为 A 类（优等品、一等品、二等品 3 个等级）、B 类。

刨花板的技术要求及标定规格见表 7-9。

表 7-9　刨花板标定规格及技术要求（GB/T 4897—1992）

幅面尺寸/mm	宽度		长度				
	915	—	1830	—	—		
	1000	—	—	2000	—		
	1220	1220	—	—	2440		
厚度允许偏差/mm	公称厚度	A类				B类	
		优等品	一等品		一等品		
		砂光	未砂光	砂光	未砂光	未砂光	砂光
	≤13	±0.20	+1.20 +0.30	±0.30	+1.20 0	+1.20 +0.30	+0.30
	>13 ~20	±0.20	+1.40 0.30	±0.30	+1.60 0	+1.40 +0.30	+0.30
	>20	±0.20	+1.60 +0.30	±0.30	+2.00 0	+1.60 +0.30	±0.30
两对角线差/mm	板长度	允许值					
	≤1220	≤3					
	>1220~1830	≤4					
	>1830~2440	≤5					
	>2440	≤6					
翘曲度（%）	厚度/mm	允许值					
		A类					B类
		优等品	一等品		二等品		
	>10	≤0.5	≤0.5		≤1.0		≤0.5
	≤10	不测					

8 砌块与砌墙砖

8.1 砌墙砖

8.1.1 烧结普通砖

烧结普通砖是以粘土、页岩、煤矸石、粉煤灰为主要原材料，经焙烧而成的尺寸为240mm×115mm×53mm的矩形体。

烧结普通砖的技术指标见表8-1、表8-2、表8-3。

表8-1 烧结普通砖尺寸允许偏差（GB 5101—2000）

（mm）

公称尺寸	优等品		一等品		合格品	
	样本平均偏差	样本极差≤	样本平均偏差	样本极差≤	样本平均偏差	样本极差≤
240	±2.0	8	±2.5	8	±3.0	8
115	±1.5	6	±2.0	6	±2.5	7
53	±1.5	4	±1.6	5	±2.0	6

表 8-2　外观质量（GB 5101—2000）（mm）

项目		优等品	一等品	合格品
弯曲	≤	2	3	5
两条面高度差	≤	2	3	5
杂质凸出高度	≤	2	3	5
缺棱掉角的三个破坏尺寸	不得同时≥	15	20	30
裂纹长度				
a. 大面上宽度方向及其延伸至条面的长度		70	70	110
b. 大面上长度方向及其延伸到顶面的长度或条顶面上水平裂纹的长度		100	100	150
完整面不得少于		一条面和一顶面	一条面和一顶面	—
颜色		基本一致	—	—

表 8-3　烧结普通砖强度（GB5101—2000）

强度等级	抗压强度平均值 $\bar{f}\geqslant$/MPa	变异系数 $\delta\leqslant 0.21$	变异系数 $\delta>0.21$
		强度标准值 $f_k\geqslant$/MPa	单块最小抗压强度值 $f_{min}\geqslant$/MPa
MU30	30.0	22.0	25.5
MU25	25.0	18.0	22.0
MU20	20.0	14.0	16.0
MU15	15.0	10.0	12.0
MU10	10.0	6.5	7.5

8.1.2 烧结多孔砖和烧结空心砖

(1) 烧结多孔砖　烧结多孔砖是以粘土、页岩、煤矸石为主要原料经焙烧而成的孔洞率≥25%，孔尺寸小而数量多的矩形六面体块材。

烧结多孔砖的外形尺寸，按 GB13544—2000 规定：长度（L）290、240、190mm，宽度（B）240、190、180、175、140、115mm，高度（H）90mm。

烧结多孔砖尺寸偏差、外观质量、强度等级见表 8-4、表 8-5、表 8-6。

表 8-4　烧结多孔砖尺寸允许偏差（GB 13544—2000）

（mm）

尺寸	优等品		一等品		合格品	
	样本平均偏差	样本极差≤	样本平均偏差	样本极差≤	样本平均偏差	样本极差≤
290、240	±2.0	6	±2.5	7	±3.0	8
190、180、175、140、115	±1.5	5	±2.0	6	±2.5	7
90	±1.5	4	±1.7	5	±2.0	6

表 8-5　烧结多孔砖外观质量（GB 13544—2000）　（mm）

项　　目	优等品	一等品	合格品
1. 颜色（一条面和一顶面）	一致	一致	—

（续）

项　　目		优等品	一等品	合格品
2. 完整面	≥	一条面和一顶面	一条面和一顶面	—
3. 缺棱掉角的三个破坏尺寸不得同时	≥	15	20	30
4. 裂纹长度	<			
a. 大面上深入孔壁 15mm 以上宽度方向及其延伸到条面的长度		60	80	100
b. 大面上深入孔壁 15mm 以上长度方向及其延伸到顶面的长度		60	100	120
c. 条顶面上的水平裂纹		80	100	120
5. 杂质在砖面上造成的凸出高度	<	3	4	5

表 8-6　烧结多孔砖强度等级（GB13544—2000）　（mm）

强度等级	抗压强度平均值 $\bar{f}\geqslant$	变异系数 $\delta\leqslant 0.21$	变异系数 $\delta>0.21$
		强度标准值 $f_k\geqslant$	单块最小抗压强度值 $f_{min}\geqslant$
MU30	30.0	22.0	25.5
MU25	25.0	18.0	22.0
MU20	20.0	14.0	16.0
MU15	15.0	10.0	12.0
MU10	10.0	6.5	7.5

（2）烧结空心砖　烧结空心砖是以粘土、页岩、煤矸石为主要原料，经焙烧而成的孔洞率不小于35%的用于非承重部位的块体材料。

烧结空心砖的尺寸为：长度（L）＜365mm，宽度（B）＜240mm，高度（H）＜140mm，壁厚≥10mm，肋厚≥7mm。

烧结空心砖的密度划分为800、900、1100kg/m^{3}三个等级。

烧结空心砖的尺寸偏差、外观质量、强度等指标见表8-7、表8-8、表8-9。

表8-7　烧结空心砖尺寸允许偏差（GB13545—1992）

尺寸	尺寸允许偏差/mm		
	优等品	一等品	合格品
>200	±4	±5	±7
200－100	±3	±4	±5
<100	±3	±4	±4

表8-8　烧结空心砖外观质量要求（GB13545—1992）

（mm）

项　　目		优等品	一等品	合格品
1. 弯曲	＜	3	4	5
2. 缺棱掉角的三个破坏尺寸不得同时	≥	15	30	40
3. 未贯穿裂纹长度	＜			

（续）

项　　目		优等品	一等品	合格品
a. 大面上宽度方向及其延伸到条面的长度		不允许	100	140
b. 大面上长度方向或条面上水平方向的长度		不允许	120	160
4. 贯穿裂纹长度	<			
a. 大面上宽度方向及其延伸到条面的长度		不允许	60	80
b. 壁、肋沿长度方向、宽度方向及其水平方向的长度		不允许	60	80
5. 肋、壁内残缺长度	<	不允许	60	80
6. 完整面	≥	一条面和一大面	一条面和一大面	—
7. 欠火砖和酥砖		不允许	不允许	不允许

表 8-9　空心砖抗压强度（GB13545—1992）

等级	强度等级	大面抗压强度/MPa		条面抗压强度/Pa	
		平均值≥	单块最小值≥	平均值≥	单块最小值≥
优等品	5.0	5.0	3.7	3.4	2.3
一等品	3.0	3.0	2.2	2.2	1.4
合格品	2.0	2.0	1.4	1.6	0.9

8.2　砌块

8.2.1　粉煤灰硅酸盐砌块

粉煤灰硅酸盐砌块是以粉煤灰、石灰、石膏和骨

料为原料，加水搅拌、振动成形、蒸汽养护制成的密实砌块。

主要规格有：880mm × 380mm × 240mm、880mm×430mm×240mm 等，并配以相应的副规格。

粉煤灰硅酸盐砌块分为 MU10、MU7.5 两个强度等级；按外面质量、尺寸偏差和干缩性分为一等品和合格品。其外观质量见表 8-10。

表 8-10　粉煤灰硅酸盐砌块外观质量

项　　目	指标	项目		指标
1. 表面疏松	不允许	5. 条面、顶面相对两棱边高低差（MM）		＜8
2. 贯穿面棱的裂缝	不允许	6. 缺棱掉角深度（mm）		＜50
3. 直径大于 50mm 的灰团、空洞、爆裂和突出高度大于 20mm 的局部凸起部分	不允许	7. 尺寸允许偏差（mm）	长	+5～10
			高	+5～10
4. 翘曲（mm）	＜10		厚	±8

8.2.2　普通混凝土小型空心砌块（NHB）

普通混凝土小型空心砌块是以通用水泥、砂、石子或石屑等骨料加水搅拌，经振动成形、脱模养护而成的空心率≥25%的空心块材。

其主要规格为：390mm × 190mm × 190mm（长×宽×高）。

普通混凝土小型空心砌块的尺寸允许偏差、外观要求、强度等级等见表 8-11、表 8-12、表 8-13。

表 8-11　尺寸允许偏差（GB8239—1997）　　(mm)

项目名称	何等品（A）	一等品（B）	合格品（C）
长度	±3	+3	±3
宽度	±2	+3	±3
高度	±2	±3	+3、 4

表 8-12　外观质量要求（GB8239—1997）

项目名称		何等品(A)	一等品(B)	合格品(C)
弯曲/mm ≤		2	2	3
掉角棱缺	个数，个 ≥	0	2	2
	三个方向投影尺寸的最小值/mm ≤	0	20	30
裂纹延伸的投影尺寸累计/mm ≤		0	20	30

表 8-13　强度等级（GB8239—1997）

强度等级	砌块抗压强度，/MPa	
	平均值≥	单块最小值≥
MU3.5	3.5	2.8
MU5.0	5.0	4.0
MU7.5	7.5	6.0
MU10.0	10.0	8.0
MU15.0	15.0	12.0
MU20.0	20.0	16.0

8.2.3 轻骨料混凝土小型空心砌块（LHB）

轻骨料混凝土小型空心砌块就是用轻骨料混凝土制作的小型块材。是小型砌块的一个分支。

轻骨料混凝土小型空心砌块主规格为390mm×190mm×190mm（长×宽×高）。其尺寸允许偏差、外观质量及强度等级见表8-14、表8-15、表8-16。

表8-14 尺寸允许偏差（GB5229—1994） （mm）

项目名称	何等品（A）	·等品（B）	合格品（C）
长度	±2	±3	±3
宽度	±2	±3	−3
高度	+2	+3	+3、 4

表8-15 外观质量要求（GB15229—1994）

项目名称	特等品（A）	--等品（A）	合格品（C）
缺棱掉角，（个数）<	0	2	2
3个方向投影的最小值<	0	20	30
裂缝延伸投影的累计尺寸<	0	20	30

表8-16 强度等级（GB15229—1994）

强度等级	砌块抗压强度/MPa		密度等级范围
	平均值	最小值	/（kg/m³）
MU1.5	≥1.5	1.2	≤800
MU2.5	≥2.5	2.0	
MU3.5	≥3.5	2.8	≤1200
MU5.0	≥5.0	4.0	
MU7.5	≥7.5	6.0	≤1400
MU10.0	≥10.0	8.0	

8.2.4 蒸压加气混凝土砌块（ACB）

蒸压加气混凝土砌块是以水泥、石灰、砂、等基本原料，加入铝粉作加气剂，加水搅拌，经浇筑、发气、切割、蒸养而成的多孔砌块。

蒸压加气混凝土砌块的规格尺寸、尺寸偏差、外观，见表 8-17 和表 8-18。

表 8-17 砌块的规格尺寸（GB/T11968—1997）

砌块公称尺寸/mm			砌块制作尺寸/mm		
长度 L	宽度 B	高度 H	长度 L_1	宽度 B_1	高度 H_1
600	100 125 150 200 250 300	200 250	L—10	B	H—10
	120 180 240	300			

表 8-18 尺寸偏差和外观（GB/T11968—1997）

项目			指标		
			优等品（A）	一等品（B）	合格品（C）
尺寸允许偏差/mm	长度	L_1	±3	±4	±5
	宽度	B_1	±2	±3	+3 −4
	高度	H_1	±2	±3	+3 −4

（续）

项目		指标		
		优等品（A）	一等品（B）	合格品（C）
缺棱掉角	个数/个 ≤	0	1	2
	最大尺寸/mm ≤	0	70	70
	最小尺寸/mm ≤	0	30	30
平面弯曲 ≤		0	3	5
裂纹	条数/条 ≤	0	1	2
	任一面上的裂纹长度≤裂纹方向尺寸的	0	1/3	1/2
	贯穿一棱二面的裂纹长度≤裂纹所在面的裂纹方向尺寸总和的	0	1/3	1/3
爆裂、粘模和损坏深度/mm ≤		10	20	30
表面疏松、层裂		不允许		
表面油污		不允许		

加气混凝土气泡含量既影响砌块干密度又影响抗压强度。砌块的干密度分为：300、400、500、600、700、800kg/m^3，分别记为B03、B04、B05……B08六个级别。抗压强度分为：1.0、2.0、2.5、3.5、5.0、7.5、10.0MPa，分别记为A1.0、A2.0……A10.0七个级别。不同密度级别的砌块，都有其强度级别的要求。见表8-19、表8-20。

表 8-19　砌块的抗压强度（GB/T11968—1997）

强度等级	立方体抗压强度/MPa		强度等级	立方体抗压强度/MPa	
	平均值≥	单块最小值≥		平均值≥	单块最小值≥
A1.0	1.0	0.8	A5.0	5.0	4.0
A2.0	2.0	1.6	A7.5	7.5	6.0
A2.5	2.5	2.0	A10.0	10.0	8.0
A3.5	3.5	2.8			

表 8-20　砌块的强度级别（GB/T11968—1997）

体积密度级别		B03	B04	B05	B06	B07	B08
强度级别	优等品（A）	A1.0	A2.0	A3.5	A5.0	A7.5	A10.0
	一等品（B）			A3.5	A5.0	A7.5	A10.0
	合格品（C）			A2.5	A3.5	A5.0	A7.5

8.2.5　其他混凝土砌块

（1）装饰混凝土砌块　装饰混凝土砌块即带装饰面的混凝土砌块。装饰混凝土砌块有实心的（S_q）、空心的（K_q）以及类似陶瓷的贴面砌块（T_q）。装饰砌块的基本尺寸见表 8-21。

表 8-21　装饰砌块基本尺寸（JC/T641—1996）（mm）

长度	190、290、390、490、590	
高度	90、140、190、240、290	
宽度	砌体装饰砌块 S_q、K_q	190、240
	贴面装饰砌块 T_q	30～70

装饰砌块的尺寸允许偏差、外观质量见表 8-22、表 8-23。

表 8-22　尺寸允许偏差（JC/T641—1996）（mm）

长度	590±4，490±4，390±3，290±3，190±2	
高度	290±3，240±3，190±3	
宽度	砌体装饰砌块 S_q，K_q	240±3，190±2
	贴面装饰砌块 T_q	70±1～30±1
饰面层厚度	≤10mm	

表 8-23　外观质量（JC/T641—1996）

项目名称			优等品（A）	一等品（B）	合格品（C）
弯曲（%）　≤			0.50	0.77	1.00
裂纹	饰面		无	无	无
	其他面裂纹延伸的投影长度累计不超过长度尺寸的百分数（%）		3.8	5.0	7.0
缺棱掉角	饰面	棱个数/个　≤	无	1	2
		长度不超过边长的百分数（%）	—	1.5	2.5
		角个数/个　≤	无	1	2
		相邻两边长度不超过边长的百分数（%）	—	0.77	1.28
	底面	棱个数/个　≤	2	2	2
		长度不超过边长的百分数（%）	4.0	5.0	6.0
饰面色泽、花纹与订货样板比较			基本相似	不大显著的区别	不大显著的区别

抗压强度等级要求见表 8-24，其中贴面装饰砌块的强度以抗折强度确定，五块平均值≤4.0MPa，其中单块最小值≤3.2MPa。

表 8-24　抗压强度（MPa）（JC/T641—1996）

等级	五块平均值≥	单块最小值≥	等级	五块平均值≥	单块最小值≥
空心装饰砌块			实心装饰砌块		
1.5	1.5	1.2	10.0	10.0	8.0
2.5	2.5	2.0	15.0	15.0	11.0
3.5	3.5	2.8	20.0	20.0	16.0
5.0	5.0	4.0	25.0	25.0	20.0
7.5	7.5	6.0	30.0	30.0	24.0
10.0	10.0	8.0			
15.0	15.0	11.0			
20.0	20.0	16.0			

（2）泡沫混凝土砌块　泡沫混凝土砌块是以普通硅酸盐水泥、砂、发泡剂和水等原料，经机械搅拌方式将近气泡引入砂浆中制成的。

泡沫混凝土砌块的配合比为：水泥∶河砂∶发泡剂∶水＝1∶1∶0.015∶0.8。

泡沫混凝土砌块规格尺寸为：390mm×190mm×115mm 和 390mm×190mm×90mm（无大孔）。390mm×190mm×190mm 和 390mm×240mm×

190mm（单排孔）。

泡沫混凝土砌块的性能指标见表 8-25。

表 8-25　泡沫混凝土砌块性能

项　　目		性能指标	
干表观密度/（kg/m^3）		500～600	700～850
抗压强度/MPa		≥1.5	≥2.0～3.5
热导率/[W/（m·k）]		0.130～0.136	0.143～0.185
收缩率/（mm/m）		≤0.50	≤0.45
吸水率（%）	1h	≤12	≤10
	24h	≤20	≤18
隔声系数/dB	90mm	≥45	≥40
	190mm	≥55	≥55
	240mm	≥58	≥53
耐火极限	90mm	≥200	≥200
	190mm	≥400	≥400
	240mm	≥550	≥550

9 防水材料

9.1 沥青

9.1.1 建筑石油沥青

沥青是一种有机胶凝材料，由一些复杂的高分子碳氢化合物及非金属衍生物组成。沥青可分为天然沥青、石油沥青和焦油沥青三大类。通常所说的沥青指的是石油沥青。

石油沥青按用途分为道路石油沥青、建筑石油沥青和普通石油沥青。

（1）石油沥青的技术性质

1）粘滞性：粘滞性又称粘性，是指沥青在外力作用下抵抗变形的能力。粘性通常用粘度表示，粘度是沥青等级（牌号或标号）划分的主要依据。

粘度的测定方法有两种：

针入度法：用于测定粘稠或固体石油沥青的相对粘度。用针入度标准针贯入规定温度的沥青试样中，贯入的深度（以1/10mm为单位计）称为针入度、用$P_{T,m,t}$表示。（T为试验温度（℃）；m为标准针、连

杆及砝码的总质量（g）；t 为贯入时间（s）。针入度愈小，粘性愈大。

标准粘度计法：用于测定流体石油沥青、乳化石油沥青和煤沥青等的相对粘度。在规定的温度下，通过规定孔径流出 50ml 沥青所需的时间（s），用符号 $C_{T,d}$表示（T 为试验温度（℃）；d 为孔径（mm））。时间越长，粘性越大。

2）塑性：塑性是指沥青在外力作用下，产生变形而不破坏，除去外力后仍保持变形后的形状的性质。沥青的塑性用延度表示。测定方法为将沥青试样制成 8 字形标准试件，在规定温度下以规定拉伸速度拉断试件时的伸长值称为延度。延度越大，塑性越好。

3）温度敏感性：温度敏感性是指石油沥青的粘性和塑性随温度升降而变化的性能。主要包括高温稳定性和低温抗裂性，分别用软化点和脆点表示。

软化点用环球法测定：将沥青试样熔融后装入铜环内，冷却后在上面放置一钢球，浸入规定温度的蒸馏水或甘油中，以规定升温速度加热，使沥青软化下坠，当下坠高度为 25.4mm 时的温度称为软化点。

弗拉斯脆点的测定是将一定量的沥青试样在一个标准的金属薄片上摊成光滑的薄膜，置于有冷却设备的脆点仪内。随着冷却设备中致冷剂温度降低，沥青

薄膜的温度亦逐渐降低，当降低至某一温度时，沥青薄膜在规定弯曲条件下产生裂缝，该温度即为沥青的弗拉斯脆点。

4）粘附性：沥青作为粘结剂将骨料粘成一个整体的性能。评价方法有水煮法和水浸法。

5）耐候性：耐候性是指沥青在各种自然因素长期综合作用下抵抗老化的性能。可用加热老化的方法来评定。

6）安全性：用闪点和燃点来表示。即测定沥青加热闪火和燃烧的温度。

7）针入度指数：用以描述沥青的温度敏感性，反映针入度随温度变化而变化的程度。

8）劲度模量：沥青的劲度模量是表征沥青粘—弹性联合效应的指标。

（2）石油沥青的技术标准　石油沥青按针入度指标来划分牌号（标号），牌号数字约为针入度的平均值。牌号越高，其粘性越小（针入度越大），塑性越大（延度越大），温度稳定性越低（软化点越低）。

1）道路石油沥青：铺筑各种沥青路面时，石油沥青材料的质量要求应符合《沥青路面施工及验收规范》（GB50092—1996）的规定。

铺筑高速公路、一级公路、城市快速路、主干路沥青路面时，石油沥青材料的质量要求见表 9-1，铺

筑其他等级公路及城市道路沥青路面时，石油沥青材料的质量要求见表 9-2。

表 9-1　重交通道路石油沥青质量要求（GB 50092—1996）

试验项目		AH—130	AH—110	AH—90	AH—70	AH—50
针入度（25℃，100g，5s）(0.1mm)		120～140	100～120	80～100	60～80	40～60
延度（5cm/min，15℃）/cm≥		100	100	100	100	80
软化点（环球法）/℃		40～50	41～51	42～52	44～54	45～55
闪点（COC）/℃≥		230				
含蜡量（蒸馏法）（%）≥		3				
密度（15℃）/(g/cm³)		实测记录				
溶解度（三氯乙烯）（%）≥		99.0				
薄膜加热试验 163℃ 5h	质量损失（%）≥	1.3	1.2	1.0	0.8	0.6
	针入度比（%）≥	45	48	50	55	58
	延度（25℃）/cm≥	75	75	75	50	40
	延度（15℃）/cm	实测记录				

表 9-2　中、轻交通道路石油沥青质量要求(GB 50092—1996)

试验项目 \ 标号	A—200	A—180	A—140	A—100 甲	A—100 乙	A—60 甲	A—60 乙
针入度(25℃，100g，5s)(0.1mm)	200～300	160～200	120～160	90～120	80～120	50～80	40～80
延度（5cm/min，25℃)/cm≥	—	100	100	90	60	70	40
软化点(环球法)/℃	30～45	35～45	38～48	42～52	42～52	45～55	45～55
闪点(COC)/℃≥	180	200	230	230	230	230	230
溶解度(三氯乙烯)(%)≥	99.0						
薄膜加热试验 163℃ 5h 质量损失(%)<	1						
薄膜加热试验 163℃ 5h 针入度比(%)≥	50	60	60	65	65	70	70

2）建筑石油沥青：主要用于屋面及地下防水、沟槽防水和防腐工程。

3）普通石油沥青：普通石油沥青温度敏感性较大，建筑工程上不宜直接使用。可采用吹气氧化法改善其性能。

建筑石油沥青和普通石油沥青的技术标准见表9-3。

表9-3 建筑石油沥青和普通石油沥青的技术标准（GB 494—1985）

指标 \ 牌号		建筑石油沥青(GB494—85)		普通石油沥青(SY1665—77)		
		10	30	75	65	55
针入度（25℃，100g，5s）	(1/10mm)	10～25	25～40	75	65	55
延度（25℃）	/cm≥	1.5	3	2	1.5	1
软化点（环球法）	/℃≥	95	70	60	80	100
溶解度(三氯乙烯、四氯化碳、或苯)(%)≥		99.5	99.5	98	98	98
蒸发损失（160℃，5h）	(%)≤	1	1	—	—	—
闪点（开口）	/℃≥	230	230	230	230	230

9.1.2 煤沥青

煤沥青是炼焦或生产煤气的副产品。根据蒸馏程度不同又分为低温沥青、中温沥青（软煤沥青）和高温沥青（硬煤沥青）。其技术性质与石油沥青相比具有以下差异：温度稳定性、粘附性好、耐候性差、塑性差、防腐性能好。

9.1.3 乳化沥青

乳化沥青是将粘稠沥青加热到流动态，经机械作

用使之在有乳化剂、稳定剂的水中分散成为微小液滴，而形成的稳定乳状液。

乳化沥青无毒、无臭、不燃、干燥快、粘结力强。在建筑防水工程中采用乳化沥青粘结防水卷材，造价低，用量省，既可减轻防水层重量，又有利于防水构造的改革。

9.1.4 改性沥青

石油沥青的改性途径有两大类：一类是工艺改性，另一类是材料改性。

材料改性是在沥青中掺入橡胶、树脂、矿物填充料以进行改性，所得沥青混合物为：橡胶沥青、树脂沥青、矿物填充料改性沥青。常用的有：氯丁橡胶沥青、丁基橡胶沥青、再生橡胶沥青、古马隆树脂沥青、聚乙烯树脂沥青、聚丙烯树脂沥青、橡胶和树脂改性沥青、矿物填充料改性沥青。

9.2 防水卷材

9.2.1 防水卷材的分类

防水卷材分为以下三大系列：

（1）沥青防水卷材　包括纸胎石油沥青油毡、玻璃布沥青油毡等。

（2）聚合物改性沥青防水卷材　包括 SBS 改性沥青防水卷材、APP 改性沥青防水卷材、再生胶改

性沥青防水卷材等。

(3) 合成高分子防水卷材

橡胶类：三元乙丙橡胶防水卷材、丁基橡胶防水卷材、再生橡胶防水卷材等。

树脂类：聚氯乙烯防水卷材、氯化聚乙烯防水卷材、聚乙烯防水卷材等。

橡塑共混类：氯化聚乙烯橡胶共混防水卷材等。

9.2.2 沥青系防水卷材

沥青防水卷材即油毡。

(1) 石油沥青油毡、油纸　石油沥青油毡是用高软化点的石油沥青涂盖油纸的两面，再涂撒隔离材料制成的纸胎防水卷材。涂撒粉状材料滑石粉的称“粉毡”，涂撒片状材料云母片的称“片毡”。

规格：幅宽分为 915mm 和 1000mm 两种。

石油沥青油纸：是用低软化点石油沥青浸渍原纸而成的一种无涂盖层的防水卷材。

标号：是按原纸单位面积的质量（g/m^2）确定的，油毡分为 200、300、500 三个标号；油纸分为 200、350 两个标号。

石油沥青油纸及石油沥青油毡的物理性能见表 9-4、表 9-5。

表 9-4　石油沥青油纸物理性能（GB326—1989）

指标名称	标号	
	200	350
1. 浸渍材料占干原纸质量百分比（%）≥	100	
2. 吸水性（真空法）（%）<	25	
3. 拉力/N(在 25±2℃时,纵向)≥	110	240
4. 柔度（在 18±2℃时）	围绕 φ10mm 圆棒或弯板无裂纹	

表 9-5　石油沥青油毡物理性能（GB 326—1989）

指标 \ 标号		200			350			500		
		合格	一等	优等	合格	一等	优等	合格	一等	优等
单位面积浸涂材料总重量/（g/m^2），≥		600	700	800	1000	1050	1110	1400	1450	1500
不透水性	压力/MPa	0.05			0.10			0.15		
	保持时间/min	15	20	30	30		45	30		
吸水率(真空法)不大于(%)	粉毡	1.0			1.0			1.5		
	片毡	3.0			3.0			3.0		
耐热度/℃≥		85±2		90±2	85±2		90±2	85±2		90±2
		受热 2h 涂盖层无滑动和集中性气泡								
拉力（N），25+2℃时纵向≥		240	270		340	370		440	470	
柔度		18±2℃			18±2℃	16±2℃	14±2℃	18±2℃		14±2℃
		绕 φ20mm 圆棒或弯板无裂纹						绕 φ25mm 圆棒或弯板无裂纹		

贮运：

1）品种、标号、规格、等级不同的产品不得混装、混运、混贮。

2）应在常温下立放贮运，高度不得超过两层。

3）应避免雨淋、日晒、受潮，并注意通风。

（2）玻璃布胎沥青油毡　玻璃布胎沥青油毡上是用石油沥青涂盖材料浸涂玻璃纤维织布的两面，再涂撒粉状隔离材料所制成的一种以无机纤维为胎体的沥青防水卷材。

规格：按幅宽分为900mm和1000两种。其技术性能见表9-6。

表9-6　玻璃布胎沥青油毡技术性能

项目名称	性能指标
单位面积浸涂材料总质量/（g/m^2）≥	500
玻璃纤维布质量/（g/m^2）≥	103
抗剥离性（剥离面积）<	2/3
不透水性压力/Pa　≥	2.94×10^5
保持时间/min　≥	15
吸水性（%）<	0.1
耐热性	在85±2℃温度下受热2h，涂盖层无滑动和集中性气泡
力（N）在18±2℃时，纵向　≥	529
柔度（在0℃时）	绕φ20mm圆棒无裂纹

9.2.3 聚合物改性沥青防水卷材

（1）SBS改性沥青防水卷材　SBS改性沥青防水卷材属于弹性体沥青防水卷材。

弹性体沥青防水卷材是用沥青或热塑性弹性体(SBS)改性沥青浸渍胎基，两面涂以弹性体沥青涂盖层，上表面撒以细砂、矿物粒（片）或覆盖聚乙烯膜，下表面撒以细砂或覆盖聚乙烯膜所制成的防水卷材。该类卷材使用玻纤毡或聚酯毡两种胎基，其产品的品种和代号见表9-7。

表9-7　弹性体沥青、塑性体沥青防水卷材品种及代号

胎基 / 上表面材料	弹性体沥青（C）		塑性体沥青（B）	
	玻纤毡(G)	聚酯毡(PY)	玻纤毡(G)	聚酯毡(PY)
矿物粒（片）料（M）	G—M	PY—M	G—M	PY—M
细砂（S）	G—S	PY—S	G—S	PY—S
聚乙烯膜（PE）	G—PE	PY—PE	G—PE	PY—PE

规格：幅宽只有1000mm一种规格，卷重、面积及厚度见表9-8。

等级与标号：按物理性能分为优等品（A）、一等品（B）和合格品（C）。

以$10m^2$卷材的标称质量千克数作为卷材的标号，玻纤毡为胎基的品种分为25、35、45三种标号；聚酯毡为胎基的品种分为25、34、45、55四种标号。

其技术性能见表9-9、表9-10。

表 9-8　弹性体、塑性体沥青防水卷材规格

标号		25号			35号			45号			55号		
上表面材料		PE膜	细砂	矿物粒(片)料	PE膜	细砂	矿物粒(片)料	PE膜	细砂	矿物粒(片)料	PE膜	细砂	矿物粒(片)料
标称重量/(kg/10m)		25			35			45			55		
面积/(m/卷)		10±0.1			10±0.1			7.5±0.1			5±0.1		
最低卷重/kg		20.0	22.0	28.0	30.0	32.0	38.0	30.0	31.5	36.0	25.0	26.0	29.0
厚度/mm	平均值	≥2.0	—	—	≥3.0	—	—	≥4.0	—	—	≥5.0	—	—
	最小单值	1.7	—	—	2.7	—	—	3.7	—	—	4.7	—	—

表 9-9　玻纤毡胎基弹性体沥青防水卷材技术性能（JC/T 559—1994）

指标名称 \ 标号等级		25号			35号			45号		
		优等	一等	合格	优等	一等	合格	优等	一等	合格
可溶物含量/(g/m²) ≥		1300			2100			2900		
不透水性	压力/MPa≥	0.15			0.20			0.20		
	保持时间/min≥	30								
耐热度/℃		100	90		100	90		100	90	
		受热2h，涂盖层应无滑动								
拉力/N 不小于	纵向	400	350	300	400	350	300	400	350	300
	横向	300	250	200	300	250	200	300	250	200

（续）

指标名称 \ 标号等级		25号			35号			45号		
		优等	一等	合格	优等	一等	合格	优等	一等	合格
柔度（3s，弯180°无裂纹）	温度/℃	-25	-20	-15	-25	-20	-15	-15	20	15
	半径/mm	15						25		

表 9-10　聚酯毡胎基弹性体沥青防水卷材技术性能（JC/T 559—1994）

指标名称 \ 标号等级		25号			35号			45号			55号		
		优等	一等	合格	优等	一等	合格	优等	一等	合格	优等	一等	合格
可容物含量/（g/m²）≥		1300			2100			2900			3700		
不透水性	压力/MPa≥	0.3											
	保持时间/min≥	30											
耐热度/℃		100	90		100	90		100	90		100	90	
		受热2h，涂盖层应无滑动											
拉力/N≥	纵向	400	350	300	400	350	300	400	350	300	800	600	400
	横向	300	250	200	300	250	200	300	250	200	800	600	400
断裂延伸率(%)纵横向均≥		40	30	20	40	30	20	40	30	20	40	30	20
柔度(3s，弯180°无裂纹)	温度/℃	-25	-20	-15	-25	-20	-15	-25	-20	-15	-25	-20	-15
	半径/mm	15						25					

（2）APP 改性沥青防水卷材　APP 改性沥青防水卷材属于塑性体沥青防水卷材。

塑性体沥青防水卷材是用沥青或热塑性塑料（APP）改性沥青浸渍胎基，两面涂以塑性体沥青涂盖层，上表面撒以细砂、矿物粒（片）或覆盖聚乙烯膜，下表面撒以细砂或覆盖聚乙烯膜所制成的防水卷材。该类卷材使用玻纤毡或聚酯毡两种胎基，其产品的品种和代号见表 9-7。规格见表 9-8。其技术性能见表 9-11、表 9-12。

表 9-11　玻纤毡胎基塑性体沥青防水材料技术性能（JC/T 560—1994）

指标名称 \ 标号等级		25 号			35 号			45 号		
		优等	一等	合格	优等	一等	合格	优等	一等	合格
可溶物含量/（g/m²）≥		1300			2100			2900		
不透水性	压力/MPa≥	0.15			0.20			0.20		
	保持时间/min≥	30								
耐热度/℃		130	120	110	130	120	110	130	120	110
		受热 2h，涂盖层应无滑动								
拉力/N≥	纵向	400	350	300	400	350	300	400	350	300
	横向	300	250	200	300	250	200	300	250	200
柔度（3s，弯 180°无裂纹）	温度/℃	-15	-10	-5	-15	-10	-5	-15	-10	-5
	半径/mm	15						25		

表 9-12　聚酯毡胎基塑性体沥青防水卷材技术性能（JC/T 560—1994）

指标名称 \ 标号等级		35号			45号			55号		
		优等	一等	合格	优等	一等	合格	优等	一等	合格
可溶物含量/（g/m^2）≥		2100			290			2900		
不透水性	压力/MPa≥	0.3								
	保持时间/min≥	30								
耐热度/℃		130	120	110	130	120	110	130	120	110
		受热 2h，涂盖层应无滑动								
拉力/N 不小于	纵向	800	600	400	800	600	400	800	600	400
	横向	300	250	200	300	250	200	300	250	200
断裂伸长率(%)纵横向均≥		40	30	20	40	30	20	40	30	20
柔度（3s，弯180°无裂纹）	温度/℃	-15	-10	-5	-15	-10	-5	-15	-10	-5
	半径/mm	15			25					

9.2.4　合成高分子卷材

合成高分子卷材是以合成橡胶、合成树脂或它们的共混体为基料，加入适量的化学助剂和填充料，经混炼、压延或挤出等工序加工而制成的可卷曲的片状防水材料；或把上述材料与合成纤维等复合形成两层或两层以上可卷曲的片状防水卷材。

合成高分子卷材抗拉强度和抗撕裂强度高、断裂伸长率大、耐热性和低温柔性好、耐腐蚀、耐老化，

是新型高档防水卷材。

工程上常用的有三元乙丙橡胶防水卷材、聚氯乙烯防水卷材、氯化聚乙烯防水材料、氯化聚乙烯—橡胶共混防水卷材等。

（1）三元乙丙（EPDM）橡胶防水卷材　三元乙丙橡胶防水卷材是以三元乙丙橡胶为主体，掺入适量的硫化剂、促进剂、软化剂、补强剂和填充剂经密炼、拉片、过滤压延或挤出成型、硫化、检验、分卷包装等工序加工制成的一种高弹性无胎防水卷材。

性能：耐老化性能优越并且使用寿命长、重量轻、使用温度范围广、抗拉强度高、延伸率大、对基层适应性强、耐酸碱腐蚀。

应用：广泛适用于防水要求高、使用年限长的防水工程。

三元乙丙橡胶防水卷材规格及技术性能见表 9-13、表 9-14。

（2）聚氯乙烯（PVC）防水卷材　聚氯乙烯防水卷材是以聚氯乙烯树脂为主要原料，掺加适量的填充剂、改性剂、软化剂、增塑剂抗氧化剂和紫外线吸收剂，经混炼、压延或挤出成型冷却、分卷包装等工序制成的无胎防水卷材。

聚氯乙烯防水卷材根据其基料的组成及特性分为：

S型：以煤焦油与聚氯乙烯树脂混溶料为基料的柔性防水卷材。

P型：以增塑聚氯乙烯树脂为基料的塑性防水卷材。

性能：抵抗变形能力强、伸长率大、对基层变形的适应性强、低温柔性好、耐老化性、稳定性、耐热性、耐腐蚀性、耐细菌性等均较好。

应用：适用于各类建筑的屋面防水工程和水池、堤坝和防水抗渗工程。

聚氯乙烯防水卷材规格及技术性能见表9-13、表9-14。

表9-13　三种合成高分子防水卷材的规格

规格 \ 卷材名称		三元乙烯橡胶防水卷材	聚氯乙烯防水卷材	氯化聚乙烯—橡胶共混防水材料
厚度/mm	基本尺寸	A型 0.8,1.0,1.2,1.5 B型 2.0	S型 1.8,2.0,2.5 P型 1.2,1.5,2.0	A型 1.0,1.2,1.5,1.8 B型 2.0
	允许误差	+15% −10%	+0.2mm −0.1mm	+15% −10%
宽度/mm	基本尺寸	1.0，1.2	1.0，1.2，1.5	1.0，1.2
	允许误差	不允许出现负值	不允许出现负值	不允许出现负值
长度/m	基本尺寸	A型 20.0 B型 10.0	10，20	A型 20.0 B型 10.0
	允许误差	不允许出现负值	不允许出现负值	不允许出现负值
面积/m^2		10～24	10，15，20	10～24

表 9-14　三种合成高分子防水卷材技术性质

（GB12952—91，GB12953—91）

卷材名称 / 标准规定性能指标		三元乙烯橡胶防水卷材	聚氯乙烯防水卷材	氯化聚乙烯—橡胶共混防水材料
拉伸强度/MPa		7.36	纵向＞9.8 横向＞4.9	7.36
断裂伸长率（%）		450	纵向＞100 横向＞300	450
300%定伸强度/MPa		2.94	—	2.94
撕裂强度/（kN/m）		24.53	纵向＞39 横向＞20	24.50
脆性温度/℃		－45	不高于－25	－40 以下
耐臭氧老化性		42±2℃ 1000±100pphm 168h 静态 无裂纹	40℃ 1000pphm 168h 预拉伸 25% 无裂纹	42±2℃ 1000pphm 168h 预拉伸 40% 无裂纹
热空气老化保持率 80℃×16　8h（%）	抗拉强度	＞80	热老化系数 0.8～1.5	80～100
	断裂伸长率	＞70		＞80
	撕裂强度	＞50		＞75
低温柔性			－30℃对折 无裂纹	
不透水性/（Pa×h）		(2.94×10^5) ×10	(2.94×10^5) ×10	(2.94×10^5) ×10

（3）氯化聚乙烯—橡胶共混防水卷材　氯化聚乙烯—橡胶共混防水卷材是以氯化聚乙烯树脂和合成橡胶为主体，加入适量硫化剂、促进剂、稳定剂、软化剂和填充剂等，经混炼、过滤、压延或挤出成型、硫化、分卷包装制成的无胎防水卷材。这种卷材具有高强度和优异的耐候性、高弹性、高伸长率及良好的耐低温性能，适用于寒冷地区或变形较大的建筑防水工程。

氯化聚乙烯—橡胶共混防水卷材规格及技术性能见表 9-13、表 9-14。

以上三种高分子卷材均分为优等品（A）、一等品（B）、合格品（C）。

卷材的外观质量：表面应无气泡、疤痕、裂纹、粘结和孔洞。

包装及贮运：卷材采用辊式包装，用纸芯或塑料管卷取，用包装纸或塑料薄膜包裹。贮存期或运输中，卷材应立放或平放。立放不超过两层；平放堆积高度不得超过 1m。卷材产品不得与有损卷材质量或影响卷材使用性能的物质接触，并远离热源。

9.3　防水涂料

9.3.1　防水涂料的分类

（1）按成膜物质的主要成分分

1）沥青基防水涂料：石灰乳化沥青、膨润土沥青乳液、水性石棉沥青防水涂料。

2）高聚物改性沥青类：再生橡胶改性沥青防水涂料、水乳型氯丁橡胶沥青防水涂料、SBS 橡胶改性沥青防水涂料等。

3）合成高分子类：聚氨酯防水涂料、丙烯酸酯防水涂料和有机硅防水涂料等。

（2）按液态类型分　可分为溶剂型、水乳型和反应型。

9.3.2　水性沥青基防水涂料

（1）分类　水性沥青基防水涂料属于水乳型防水涂料，分为沥青基的 AE—1 类和聚合物沥青基的 AE—2 类。其品种有：

AE—1—A 水性石棉沥青防水涂料。

AE—1—B 膨润土沥青乳液。

AE—1—C 石灰乳化沥青防水涂料。

AE—2—a 氯丁胶乳沥青涂料。

AE—2—b 水乳性再生胶沥青涂料。

AE—2—c 有化学乳化剂配制的乳化沥青涂料。

（2）质量指标　质量指标要求见表 9-15。

表 9-15　水性沥青基防水涂料质量指标（JC/408—1992）

项目		质量指标			
外观		AE—1		AE—2	
		一等品	合格品	一等品	合格品
外观		搅拌后为黑色或灰色均质膏体或粘稠体，搅均和分散在水溶液中无沥青丝	搅拌后为黑色或黑灰色均质膏体或粘稠体，搅均和分散在水溶液中无沥青丝	搅拌后为黑色或蓝褐色均质液体，搅拌棒上不粘符任何颗粒	搅拌后为黑色或蓝褐色液体，搅拌棒上不粘符明显颗粒
固体含量(%)≥		50		43	
延伸性/mm≥	无处理	5.5	4.0	6.0	4.5
	处理后	4.0	3.0	4.5	3.5
柔韧性		(5±1)℃	(10±1)℃	(15±1)℃	(-10±1)℃
		无裂纹、断裂			
耐热性/℃		80℃±2℃，无流淌、起泡和滑动			
粘结性/MPa≥		0.20			
不透水性		不渗水			
抗冻性		冻融循环 20 次无开裂			

（3）包括及贮运

1）包装：产品用带盖的铁桶或塑料桶包装，每桶净重为 200、100、50kg 三种规格。对于水性石棉沥青、膨润土沥青乳液，要水封加盖。包装桶的立面要涂刷牢固、明显的标志，内容包括制造厂名、产品名称和产品标记、产品净重、制造日期或生产批号、

质量等级标志以及保管和运输注意事项。

2）贮运：水性沥青基防水涂料不燃、无毒，可按一般运输方式办理运输。运输时温度不应低于0℃并应严防曝晒和雨淋，防碰撞，勿接近热源，保持包装的完整性。

产品应贮藏在0℃以上的库房内，自生产之日起，AE—1类产品的有效贮存期不小于半年，AE—2类产品的有效贮存期不得小于三个月。

9.3.3 聚氨酯防水涂料

聚氨酯防水涂料属双组分型。甲组分是含有异氰酸脂基的聚氨酯预聚物，乙组分是含有多羟基的固化剂、增韧剂、防霉剂、填充剂和稀释剂等配制而成，形成常温反应固化型粘状物质，即反应型防水涂料。

（1）分类　按技术要求分为一等品（B）和合格品（C）二个等级。

（2）质量指标　质量指标要求见表9-16。

表9-16　聚氨酯防水涂料质量指标（JC 500—1992）

项目名称 \ 等级		一等品	合格品
拉伸强度/MPa	无处理大于	2.45	1.65
	加热处理	无处理值的80%～150%	不小于无处理值的80%
	紫外线处理	无处理值的80%～150%	不小于无处理值的80%
	碱处理	无处理值的60%～150%	不小于无处理值的60%
	酸处理	无处理值的80%～150%	不小于无处理值的80%

（续）

项目名称 \ 等级		一等品	合格品
断裂时的伸长率（%）≥	无处理	450	350
	加热处理	300	200
	紫外线处理	300	200
	碱处理	300	200
	酸处理	300	200
加热伸缩率/%＜	伸长	1	
	缩短	4	6
拉伸时的老化	加热老化	无裂缝及变形	
	紫外线处理	无裂纹及变形	
低温柔性/℃	无处理	－35 无裂纹	－30 无裂纹
	加热处理	－30 无裂纹	－25 无裂纹
	紫外线处理	－30 无裂纹	－25 无裂纹
	碱处理	30 无裂纹	25 无裂纹
	酸处理	－30 无裂纹	－25 无裂纹
不透水性		0.3MPa，30min 不渗漏	
固体含量（%）		≥94	
适用时间/min		≥20	
涂膜表干时间/h		≤4 不粘手	
涂膜实干时间/h		≤12 无粘着	

（3）包装及贮运

1）包装：产品用带盖的铁桶或塑料桶按产品的配方分别密封包装，甲、乙组分的包装应有明显区别。包装好的产品应附有产品合格证和产品使用说明书。

2）贮运等与水性沥青基防水涂料基本一致。

9.3.4 水乳型焦油基防水涂料、溶剂型防水涂料和溶剂型焦油基防水涂料

水乳型焦油基防水涂料、溶剂型防水涂料和溶剂型焦油基防水涂料指标要求见表 9-17。

表 9-17 水乳型焦油基防水涂料、溶剂型防水涂料质量指标

项目		水乳型	溶剂型	
		焦油基	沥青基	焦油基
干燥时间/h≥	表干	2	2	24
	实干	24	24	72
延伸性/mm≥	无处理	7	4.5	7
	碱处理	5	3.5	5
	热处理	5	3.5	
	紫外线处理	4	3.5	4
固体含量（%）≥		45		
粘结强度（MPa）≥		0.2		
耐热性，80±2℃，5h		不流淌，不起泡		

9.3.5 聚合物基防水涂料

聚合物基防水涂料分类：

Ⅰ类：以丙基酸合成树脂乳液为基的防水涂料。

Ⅱ类：以硅橡胶乳液为基的防水涂料。

Ⅲ类：其他聚合物基高强型防水涂料。

Ⅳ类：适合于湿基面施工的聚氨酯防水涂料。

Ⅴ类：聚合物—水泥基防水涂料。

其质量指标见表 9-18。

表 9-18 聚合物基防水涂料质量指标

项目		品种				
		Ⅰ类	Ⅱ类	Ⅲ类	Ⅳ类	Ⅴ类
固含量（%）		按企业标准执行			94	企标
干燥时间/h	表干，≤	4				
	实干，<	12				
拉伸断裂强度(MPa)≥		1.0	1.5	5	1.65	2.0
断裂伸长率（%）≥		300	450	150	200	150
柔度 $r=5mm$ 不裂/℃	无处理	−20	−20	−20	25	−10
	加热处理	−15	−15	−15	25	10
	老化处理	−15	−15	−15	−25	−10
耐热性，处理后		伸长率保持率不小于 80%，强度变化率不大于 −20%				
耐碱性，处理后		伸长率保持率不小于 80%，强度变化率不大于 ±20%				
耐老化，处理后		伸长率保持率不小于 80%，强度变化率不大于 ±20%				
不透水性	压力/MPa	0.2		0.3		
	时间/min	30				
粘结强度/MPa≥					0.5	1.0

9.4 密封材料

9.4.1 密封材料的分类和要求

建筑密封材料又称嵌缝材料，用于建筑物的接缝中可起到防水、防尘和隔气的作用。其分类为：

(1) 根据状态不同分为

定形密封材料：是将密封材料按密封工程部位的不同要求制成带、条、片等形状。俗称密封条或压条。

非定型密封材料：是粘稠状的密封材料，又称密封胶。可分为溶剂型、乳液型、化学反应型等。

(2) 按性能分为

弹性密封材料：由氯丁橡胶、聚氨酯、有机硅橡胶等为主要原料制成，弹性耐久性较好，使用年限在20年左右。

弹塑性密封材料：主要成分为聚氯乙烯胶泥和各种塑料油膏。弹性低但塑性大，伸长性及粘结力好，使用年限在10年以上。

塑性密封材料：是以改性沥青和煤焦油为主制成的。有一定的弹性和耐久性，但弹性差，伸长性较差，使用年限在10年以下。

(3) 按组分分为单组分和多组分密封材料。

(4) 按材料组成分为改性沥青密封材料和合成高

分子密封材料。

要求：密封材料应具有良好的密闭性（包括水密性和气密性）、粘结性、耐老化性和温度适应性，一定的弹塑性和拉伸—压缩循环性能即能长期经受被粘附构件的收缩与振动而不破坏的性能。

9.4.2 工程常用密封材料

（1）聚氨酯密封膏

聚氨酯密封膏是以聚氨酯甲酸酯聚合物为主要成分的双组分配制，经固化反应成的弹性体密封材料。按流变性分为N型（非下垂型）和L型（自流平型）两种类型。具有伸长率大，弹性、粘结性、耐候性好的特点，使用年限长，与混凝土的粘结性也很好，被广泛用于屋面、墙面等部位的接缝，也可用于玻璃、金属材料的嵌缝。聚氨酯密封膏的技术性能见表9-19。

表9-19 聚氨酯密封膏技术性能（JC 482—1992）

项目		技术指标		
		优等品	一等品	合格品
密度/（g/cm^3）		规定值±0.1		
适用期/h	不小于	3		
表干时间/h	<	24	48	
渗出性指数	<	2		
流变性	下垂度（N型），/mm<	3		
	流平性（L型）	5℃自流平		

（续）

项目		技术指标		
		优等品	一等品	合格品
低温柔性/℃		-40	30	
拉伸粘结性	最大拉伸强度/MPa≥	0.200		
	最大伸长率（%）≥	400	200	
定伸粘结性（%）		200	160	
恢复率（%）≥		95	90	85
剥离粘结性	剥离强度/（N/mm）>	0.9	0.7	0.5
	粘结破坏面积（%）<	25	25	40
拉伸—压缩循环性能	级别	9030	8020	7020
	粘结和内聚破坏面积（%）<	25		

（2）聚氯乙烯接缝膏和塑料油膏

聚氯乙烯接缝膏是以煤焦油和聚氯乙烯（PVC）树脂为基料，掺以适量的增塑剂、稳定剂、及填料塑化成的膏状密封材料。塑料油膏是用废旧 PVC 塑料代替聚氯乙烯树脂粉，其他与聚氯乙烯接缝膏相同。

具有良好的粘接性、弹塑性、防水性、耐候性、耐腐蚀性和抗老化性等特点。适用于各种屋面嵌缝及大型墙板嵌缝。

聚氯乙烯接缝膏的性能指标见表 9-20。

表 9-20　聚氯乙烯接缝膏的技术性能（JC/798—1997）

项　　目		技术指标	
		801	802
密度/（g/cm³）		规定值±0.1	
下垂度/mm、（80℃）＜		4	
低温柔性	温度/℃	-10	-20
	柔性	无裂缝	
拉伸粘结性	最大抗拉强度/MPa	0.02～0.15	
	最大延伸率（%）≥	300	
浸水拉伸性	最大抗拉强度/MPa	0.02～0.15	
	最大伸长率（%）≥	250	
恢复率（%）≥		80	
挥发率（%）＜		3	

注：规定值是指企业标准或产品说明书所规定的密度值。

（3）丙烯酸酯密封膏

丙烯酸酯密封膏是以丙烯酸酯乳液为基料，掺入表面活性剂，增塑剂、填料等配制而成，通常为水乳型。具有良好的粘结性能、弹性、耐酸碱性和低温柔性，耐候性能优异，并有良好的着色性。无毒、无污染，适用于屋面、墙板、门窗等部位嵌缝。

丙烯酸酯密封膏的技术性质见表 9-21。

表 9-21　丙烯酸酯密封膏技术性能（JC/484—1992）

项　　目		技术指标		
		优等品	一等品	合格品
密度/（g/cm³）		规定值±0.1		
挤出性/（mL/min）≥		100		
表干时间（h）<		24		
渗出性指数，<		3		
下垂度（mm）<		3		
初期耐水性		未见浑浊液		
低温贮存稳定性		未见凝固、离析现象		
收缩率（%）		30		
低温柔性/℃		−40	−30	−20
拉伸粘结性	最大抗拉强度/MPa	0.02～0.15		
	最大伸长率（%）≥	400	250	150
恢复率（%）≥		75	70	65
拉伸—压缩循环性能	级别	7020	7010	7005
	平均破坏面积（%）<	25		

(4) 硅酮密封膏

硅酮密封膏是以聚硅氧烷为主要成分的单组分或双组分室温固化的密封材料。目前使用的多为单组分系统。具有良好的耐热、耐寒性和耐候性，粘结性能好，耐水性好。硅酮密封膏分为 G 类和 F 类两各类型。F 类为建筑接缝用，G 类为镶装玻璃用。主要技

术性能见表 9-22。

表 9-22　硅酮密封膏技术性能（GB/T 14683—1993）

项　　目		技术指标			
		F 类		G 类	
		优等品	合格品	优等品	合格品
密度/（g/cm³）		规定值 ±0.1			
挤出性能/(mL/min)≥		80			
适用期限/h≥		3			
表干时间/h<		6			
流动性	下垂度（N 型）/mm<	3			
	流平性（L 型）	自流平		—	
低温柔性/℃		-40			
定伸性能	定伸粘结性	定伸 200%	定伸 160%	定伸 160%	定伸 125%
		粘结和内聚破坏面积不大于 5%			
	热—水循环后定伸粘结性	定伸 200%	定伸 160%	—	
		粘结和内聚破坏面积不大于 5%			
	浸水光照后定伸粘结性	—		定伸 160%	定伸 125%
				粘结和内聚破坏面积不大于 5%	
恢复率（%）≥		定伸 200%	定伸 160%	定伸 160%	定伸 125%
		90		90	
拉伸--压缩循环性能		9030	8020	9030	8020
		粘结和内聚破坏面积不大于 5%			

（5）沥青嵌缝油膏

沥青嵌缝油膏是以石油沥青为基料，加入改性材料、稀释剂及填充料混合制成的密封材料。主要用于屋面、墙面、沟槽等部位的嵌缝。其主要技术性能见表 9-23。

表 9-23　沥青嵌缝油膏技术性能（JC/T 207—1996）

项　　目		技术指标	
		702	801
密度/（g/cm^3）		规定值±0.1	
施工度/mm≥		22.0	20.0
耐热性	温度/℃	70	80
	下垂值/mm<	4.0	
低温柔性	温度/℃	-20	-10
	粘结状况	无裂纹和剥离现象	
拉伸粘结性（%）≥		125	
浸水后拉伸粘结性（%）≥		125	
渗出性	渗出幅度/mm<	5	
	渗出张数/张<	4	
挥发性（%）<		2.8	

（6）聚硫建筑密封膏

聚硫建筑密封膏是使用最早的一种密封材料，是以液态聚硫橡胶为基料的常温硫化双组分密封膏。

聚硫建筑密封膏种类很多，有以下几种分类方式：

按伸长率和模量分为：A类（高模量、低伸长率）、B类（高伸长率、低模量）。

按流变性分为：N型（非下垂型）、L型（自流平型）。

按试验温度及拉伸—压缩百分率分为：9030、8020、7010。

聚硫建筑密封膏具有良好的耐候性、耐油性、耐水性、耐湿热和耐低温性能。抗撕裂性强，适用性广泛。其主要技术性能见表9-24。

表9-24　聚硫建筑密封膏技术性能（JC 483—1992）

项目		技术指标				
		A类		B类		
		一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
密度/（g/cm³）		规定值±0.1				
适用期/h		2～5				
表干时间/<		24				
渗出性指数<		4				
流变性	下垂度（N型）/mm<	3				
	流平性（L型）	光滑平整				
低温柔性/℃		−30		−40	−30	
拉伸粘结性	最大拉伸强度/MPa≥	1.2	0.8	0.2		
	最大伸长率（%）≥	100		400	300	200
恢复率（%）≥		90		80		
拉伸—压缩循环性能	级别	8020	7010	9030	8020	7010
	粘结破坏面积（%）<	25				
加热失重（%）<		10		6	10	

10 装饰材料

10.1 饰面材料

10.1.1 饰面砖

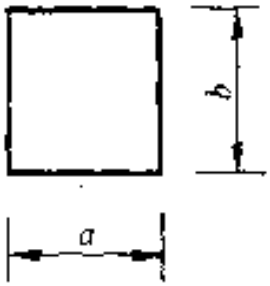
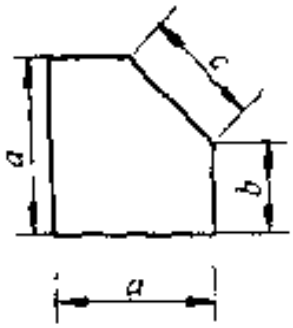
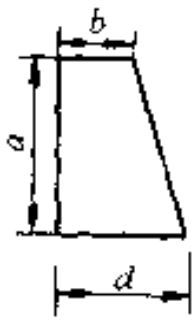
（1）陶瓷锦砖

1）陶瓷锦砖的类型、基本形状、规格：陶瓷锦砖俗称马赛克，是以优质瓷土焙烧而成的单块成品砖边长不大于50mm的小块瓷质砖。厚度多为4～5mm。按表面性质分为有釉和无釉两种，目前使用的多为无釉马赛克。形状有正方、长方、六角、菱形和斜长方等。颜色有单色和拼花等多种。产品出厂前经过铺贴，将不同形状、不同颜色的单块成品，按一定图案和尺寸反贴在专用牛皮纸上，每张305mm×305mm称一联。

陶瓷锦砖的主要形状和规格见表10-1。

2）质量等级：陶瓷锦砖按尺寸和外观质量分为优等品、合格品两个等级。其外观缺陷允许范围及允许偏差表10-2、表10-3、表10-4。

表 10-1　陶瓷锦砖的主要形状和规格

名称	形状	分类	规格/mm				
			a	b	c	d	厚度
正方		大方	39.0	39.0	—	—	5.0
		中大方	23.6	23.6	—	—	5.0
		中方	18.5	18.5	—	—	5.0
		小方	15.2	15.2	—	—	5.0
长方（长条）		长方（长条）	39.0	18.5	—	—	5.0
对角		大对角	39.0	19.5	27.8	—	5.0
		小对角	32.0	16.2	22.4	—	5.0
斜长条（斜条）		斜长条（斜条）	36.0	12.0	—	24.0	5.0

（续）

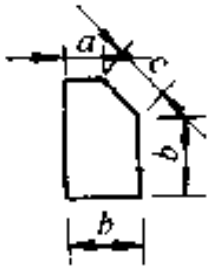
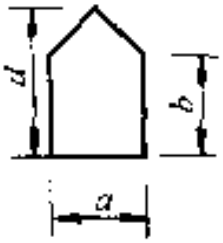
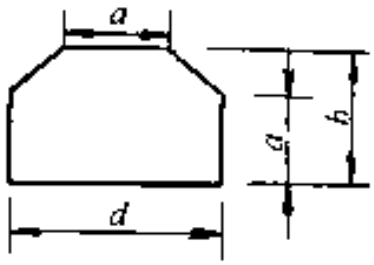
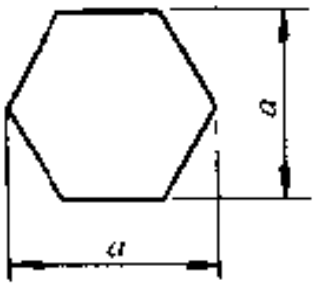
名称	形状	分类	规格/mm				
			a	*b*	*c*	*d*	厚度
长条对角		长条对角	7.7	15.4	11	22.3	5.0
五角		大五角	23.6	23.6	—	35.4	5.0
		小五角	18.5	18.5	—	27.8	5.0
半八角		—	15.2	30.4	—	22.3	5.0
六角		—	25.0	—	—	—	5.0

表 10-2　最大边长不大于 25mm 的陶瓷锦砖外观缺陷的允许范围（JC456—1992）

缺陷名称		缺陷允许范围				备　注
		优等品		合格品		
		正面	背面	正面	背面	
夹层、釉裂、开裂		不允许				—
斑点、粘疤、起泡、坯粉、麻面、波纹、缺釉、粘釉、棕眼、落脏、熔洞		不明显		不严重		—
缺角	斜边长/mm	1.5～2.3	3.5～4.3	2.3～3.5	4.3～5.6	斜边长小于1.5mm的缺角允许存在，正背面缺角不允许在同一角部，正面只允许缺一处
	深度/mm	不大砖厚的2/3				
缺边	长度/mm	2.0～3.0	5.0～6.0	3.0～5.0	6.0～8.0	正背面缺边不允许出现在同一侧面，同一侧面不允许有2处缺边，正面只允许2处缺边
	宽度/mm	1.5	2.5	2.0	3.0	
	深度/mm	1.5	2.5	2.0	3.0	
变形	翘曲	不明显				—
	大小头/mm	0.2		0.4		

表 10-3　最大边长大于 25mm 的陶瓷锦砖外观缺陷的允许范围（JC456—1992）

缺陷名称		缺陷允许范围				备　注
		优等品		合格品		
		正面	背面	正面	背面	
夹层、釉裂、开裂		不允许				—
斑点、粘疤、起泡、坯粉、麻面、波纹、缺釉、粘釉、棕眼、落脏、熔洞		不明显		不严重		—
缺角	斜边长/mm	1.5～2.8	3.5～4.9	2.8～4.3	4.9～6.4	斜边长小于1.5mm的缺角允许存在，正背面缺角不允许在同一角部，正面只允许缺一处
	深度/mm	不大于砖厚的2/3				
缺边	长度/mm	3.0～5.0	6.0～9.0	5.0～8.0	9.0～13.0	正背面缺边不允许出现在同一侧面，同一侧面不允许有2处缺边，正面只允许2处缺边
	宽度/mm	1.5	3.0	2.0	3.5	
	深度/mm	1.5	2.5	2.0	3.5	
变形	翘曲	0.3		0.5		—
	大小头/mm	0.6		1.0		

表 10-4　陶瓷锦砖尺寸允许偏差

项　　目		尺寸/mm	允许偏差/mm	
			优等品	合格品
单块锦砖	边长	≤25.0	±0.5	±1.0
		>25.0		
	厚度	4.0	±0.2	±0.4
		4.5		
拼花锦砖（每联）	线路	2.0～5.0	±0.6	±1.0
	联长	284.0	+2.5 −0.5	+3.5 −1.0
		295.0		
		305.0		
		235.0		

3）技术性能及应用：陶瓷锦砖结构致密，吸水率小，具有优良的抗冻性、耐酸、碱腐蚀性及耐磨性，表面光洁，易清洗。常用于卫生间、门厅、走廊、餐厅、浴室等地面及外墙装修，也可用于内墙的装修。

陶瓷锦砖技术性能指标：密度 2.3～2.4g/cm^3，抗压强度 15～25MPa，吸水率＜4%，使用温度 −20～100℃，耐酸度＞95%，耐碱度＞84%，莫氏硬度为 6%～7%，耐磨度＜0.5。

（2）釉面砖

釉面砖又称瓷砖，是用瓷土烧制而成。釉面砖的种类和特点见表 10-5。

表 10-5　釉面砖的种类和特点

种　　类	代号	特　　点
白色釉面砖	FJ	色洁白、釉面光亮，清洁美观
有光彩色釉面砖	YG	釉面光亮晶莹、色彩丰富雅致
石光彩色釉面砖	SHG	釉面半无光、不晃眼、色泽一致，色调柔和
花釉面砖	HY	在同一砖上，施以多种彩釉，经高温烧成。色釉互相渗透，花纹千姿百态
结晶釉面砖	JJ	晶花辉映、纹理多姿
斑纹釉面砖	BW	花纹斑烂、丰富多彩
大理石釉面砖	LSH	具有天然大理石花纹、颜色丰富
白底图案釉面砖	BT	在白色釉面砖上装饰各种彩色图案，经高温烧成，纹样清晰，色彩明朗
色底图案釉面砖	YGT SHGT	在有光或石光彩色釉面砖上，装饰各种图案，经高温烧成。具有浮雕、锻光、绒毛、彩漆等效果
虹彩、兔毫、金砂、银砂釉面砖		砖面辉煌、美丽多彩

白色釉面砖的类型、规格及性能见表 10-6。彩

色釉面砖的规格和花色见表 10-7。

釉面砖根据外观质量分为优等品、一等品、合格品三个等级。釉面砖表面缺陷允许范围见表 10-8。

表 10-6　白色釉面砖的类型、规格及性能

类型	名称	编号	规格/mm					技术性能	
			长	宽	厚	圆弧	半径	项目及说明	指标
正方形	平边	F1	152	152	5	—		密度/（t/m^3）	2.3～2.4
		F2			6			吸水率（%）	＜18
	平边一边圆	F3	152	152	5	8		抗折强度/MPa	2～4
		F4			6	12		抗冲击强度（用30g钢球从30cm高处落下）/次	不碎
	平边两边圆	F5	152	1525	5	8		热稳定性（自140℃至常温剧变次数）	≥三次
		F6			6	12			
	小圆边	F7	152	152	5	5		硬度	85～87
		F8	152	152	6	7		白度（%）	＞78
		F9	108	108	5	5			
	小圆边一边圆	F10	152	152	5	5	8		
		F11	152	152	6	7	12		
		F12	108	108	5	5	8		
	小圆边两边圆	F13	152	5	5	8			
		F14	152	6	7	12			
		F15	108	5	5	8			

（续）

类型	名称	编号	规格/mm					技术性能	
			长	宽	厚	圆弧	半径	项目及说明	指标
长方形	平边	J1	152	75	5	—		密度/（t/m^3）	2.3～2.4
		J2			6	—		吸水率（%）	＜18
	长边圆	J3	152	75	5	8		抗折强度/MPa	2～4
		J4			6	12		抗冲击强度（用30g钢球从30cm高处落下三次）	不碎
	短边圆	J5	152	75	5	8			
		J6			6	12			
	左二边圆	J7	152	75	5	8		热稳定性（自140℃至常温剧变次数）	大于三次
		J8			6	12			
	右二边圆	J9	152	75	5	8			
		J10			6	12			
配件砖	压顶条	P1	152	38	6	—	9	硬度	85～87
	压顶阳角	P2	—	38	6	22	9	白度（%）	＞78
	压顶阴角	P3	—	38	6	22	9		
	阳角条	P4	152	—	6	22	—		
	阴角条	P5	152	—	6	22	—		
	阳角条一端圆	P6	152	—	6	22	12		
	阴角条一端圆	P7	152	—	6	22	12		
	阳角座	P8	50	—	6	22	—		
	阴角座	P9	50	—	6	22	—		
	阳三线	P10	—	—	6	22	—		
	阴三线	P11	—	—	6	22	—		
	腰线砖	P12	25	25	6	—	—		

表 10-7　彩色釉面砖的规格及花色

名称	规格(长×宽×厚)/mm×mm×mm	花　色
有光彩色釉面砖(YG)	108×108×5 152×152×5	粉红、奶黄、柠檬黄、浅米黄、深米黄、赭色、果绿、浅果绿、深果绿、铜绿、橄榄绿、天蓝、浅天蓝、深天蓝、粉紫、雪青、玫瑰紫、紫色、浅灰、中灰、深灰、黑色
石光彩色釉面砖(SHG)	108×108×5 152×152×5	浅粉红、深粉红、浅米黄、深米黄、黄绿、蓝绿、铜绿、天蓝、浅天蓝、蛋青、黑色
花釉面砖(HY)	108×108×5	棕、绿、白、黄桔、棕桔
结晶釉面砖(JJ)	108×108×5	深绿、浅绿、蓝、浅棕
大理石釉面砖(LSH)	152×152×(6,5)	各种颜色的大理石花纹
斑纹釉面砖(BW)	152×152×5	黄、棕、浅咖啡，其他色
白底图案釉面砖(BT)	152×152×(6,5) 108×108×5	白底，各种颜色图案

（续）

名称	规格（长×宽×厚）/mm×mm×mm	花　色
色底图案釉面砖（YGT，SHGT）	152×152×5 108×108×5	有光蓝绿、有光天蓝、金砂釉、有光粉红、有光浅蓝、有光赫色、有光蓝绿、有光深灰、有光水绿、有光米黄
	210×315×10 152×152×5 108×108×5	有光蓝绿、有光果绿、有光米黄、兔毫釉、虹彩釉、金砂釉、银砂釉

表 10-8　釉面砖表面缺陷允许范围

（GB/T4100.1—1999）

缺陷名称	优等品	一等品	合格品
开裂、夹层、釉裂	不允许		
背面磕碰	深度为砖厚的1/2	不影响使用	
剐边、落脏、釉泡、斑点、坯粉、釉缕、波纹、桔釉、缺釉、棕眼、裂纹、图案缺陷、正面磕碰	距离砖面1m处目测无可见缺陷	距离砖面2m处目测缺陷不明显	距离砖面3m处目测缺陷不明显

（3）玻璃锦砖

玻璃锦砖又称玻璃马赛克，是用玻璃生料和玻璃粉按比例配合，加入适量颜料和其他辅助材料用烧结法或压延法制成，按一定尺寸拼贴在纸皮上形成单联供货。

玻璃锦砖质地坚硬、性能稳定，具有耐热、耐寒、耐候及耐酸碱等性能。色彩柔和、花色品种多样、不易褪色。

（4）外墙面砖

外墙砖是以瓷土为原料，经压制成形，煅烧而成。根据表面性质分为有釉和无釉两种。

有釉的有白、黄、棕、粉红、翠绿、蓝绿、咖啡、金砂釉、花斑釉、立体彩釉等色。

无釉的有白、浅黄、深黄、红、绿等色。并分为毛面和光面两种。

其品种、规格繁多。

外墙面砖要求颜色均匀，规格一致，整齐方正，无凹凸不平，缺棱掉角，裂缝夹心和缺釉现象。

（5）陶瓷地砖

陶瓷地砖是以瓷土为原料，经制模成形，烧结制成，有上釉的或不上釉的，有单色的或彩色的，表面除光面外，还可制成仿石的、麻石的、带线条的等多种质感。大尺寸地砖有全瓷质玻化砖，焙烧后抛光呈

镜面，车削四边。

陶瓷地砖有长方形、正方形、六角形等多种规格，厚度一般在 12mm 以下。

彩色釉面陶瓷墙地砖的理化性能及表面质量要求见表 10-9、表 10-10。

表 10-9　彩色釉面陶瓷墙地砖的理化性能

(GB/T11947—1989)

项　　目	指　　标
吸水率（%）<	10
耐急冷急热性	经 3 次急冷急热循环不出现炸裂或裂纹
抗冻性	经 20 次冻融循环不出现破裂剥落或裂纹
弯曲强度平均值（MPa）≥	24.5

表 10-10　彩色釉面陶瓷墙地砖表面质量要求

缺陷名称	优等品	一级品	合格品
缺釉、斑点、裂纹、落脏、棕眼、熔洞、釉缕、釉泡、烟熏、开裂、磕碰、波纹、刺边、坯粉	距离砖面 1m 处目测，有可见缺陷的砖数不超过 5%	距离砖面 2m 处目测，有可见缺陷的砖数不超过 5%	距离砖面 3m 处目测，缺陷不明显
色　　差	距离砖面 3m 目测不明显		

(6) 其他饰面砖

劈离砖：品种有平面砖、踏步砖、配套墙角砖

等。

平面砖又分为长方形、条形、双联条形、方形等。据表面状况分为无釉、彩釉和压花等。

主要技术性质：抗折强度＞20MPa、吸水率＜6%、耐急冷急热性150℃至19℃冷热交替15次无裂纹、－15℃至20℃温度条件下15次冻融循环无冻裂现象。

陶瓷壁画：是以陶瓷面砖、锦砖、陶板等为基础，经艺术加工而成的具有较高艺术价值的现代建筑装饰材料。陶瓷壁画画面光亮莹润、浑厚古朴、耐酸、耐碱、耐磨、可清洗、抗污染。

钛金镀膜瓷砖：砖面呈金、银、蓝、红等色，耐酸碱、耐高温、耐磨、抗风化、抗污染、不起泡、不剥落。

琉璃瓦：由优质陶土塑造成形、煅烧而成的。瓦表面上釉，有黄、绿、紫、蓝等色。

10.1.2 饰面板

（1）金属饰面板

1）铝合金装饰板：铝合金制品是由铝加入镁、锰等合金元素制成的坯料，经挤压轧制成形、表面氧化处理而成。铝合金质轻、耐腐蚀、耐磨、韧性好。

①铝合金的分类。铝合金按其化学成分和生产工艺可分为铸造铝合金、变形铝合金（热处理非强化型

和热处理强化型)。

铸造铝合金有铝硅、铝铜、铝镁和铝锌四个组系。其牌号用汉语拼音字母“ZL”(铸铝)和三位数字组成,如ZL101等。三位数字中的第一位数(1～4)表示合金的组别,其中1代表铝硅合金;2代表铝铜合金;3代表铝镁合金;4代表铝锌合金。后面两位数表示该合金的顺序号。

变形铝合金可分为防锈铝合金、硬铝合金、超硬铝合金、锻铝合金特殊铝合金。

铝合金装饰板按表面处理方式可分为阳极氧化处理板和喷涂处理板;按装饰效果可分为波纹板、压型板、花纹板、浅花纹板等;按色彩可分为银色、亚银色、米黄色、金色、古铜色、蓝色等多种颜色。

②常用铝合金装饰板。铝合金装饰板的品种和规格繁多,主要品种有:

a.铝合金花纹板:是用防锈铝合金为坯料,用专制的花纹轧辊轧制而成。花纹图案有七种:1号方格形、2号扁豆形、3号五条形、4号三条形、5号指针形、6号菱形、7号四条形。一般产品规格有厚度1.5～7.0mm、宽度1000～1600mm、长度2000～10000mm等。

铝合金花纹板的代号、合金牌号、状态、规格及花纹板的室温力学性能见表10-11、10-12。

b. 铝合金浅花纹板：以硬化后的铝材为原料，表面加以浅花纹处理后得到的装饰板。花纹精巧别致，色泽美观大方，相对普通铝板，刚度提高 20%，抗污垢、抗划伤、抗擦伤能力均有提高，耐腐蚀性能良好。对白光反射率达 75%～90%，热反射率达 85%～95%。铝合金浅花纹板的规格、状态等见表 10-13、力学性能见表 10-14。

表 10-11　铝合金花纹板的代号、牌号、状态及规格

(GB3618—1989)

代号	牌号	状态	底板厚度 /mm	筋高 /mm	宽度 /mm	长度 /mm
1 号	LY12	CZ	1.0, 1.2, 1.5, 1.8, 2.0, 2.5, 3.0	1.0	1000～1600	2000～10000
2 号	LY11	Y_1	2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0	1.0		
	LF2	Y_1, Y_2				
3 号	L1～L6	Y	1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5	1.0		
	LF2, LF43	M, Y_2				
4 号	LY11, LF2	Y_1	2.0,2.5,3.0,3.5,4.0	1.2		
5 号	L1～L6	Y	1.5, 2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0	1.0		
	LF2, LF43	M, Y_2				
6 号	LY11	Y_1	3.0, 4.0, 5.0, 6.0	0.9		
7 号	LD30	M	2.0, 2.5, 3.0, 3.5, 4.0	1.2		
	LF2	M, Y_1				

表 10-12　铝合金花纹板的室温力学性能（GB3618—1989）

代号	牌号	状态	抗拉强度 σ_b /MPa（kgf/mm²）	规定残余伸长应力 $\sigma_{0.2}$ /MPa（kgf/mm²）	伸长率 δ_{10}（%）
			不小于		
1号	LY12	CZ	402（41）	255（26）	10
2、4、6号	LY11	Y_1	216（22）	—	3
3、5号	L1～L6	Y	98（10）	—	3
3、5、7号	LF2	M	≤147（15）	—	14
2、3、5号		Y_2	177（18）	—	3
2、4、7号		Y_1	196（20）	—	2
3、5号	LF43	M	≤98（10）	—	15
		Y_2	118（12）	—	4
7号	LD30	Y_1	≤147（15）	—	12

表 10-13　铝合金浅花纹板的规格、状态

代号	名称	产品规格/mm				卷材质量/kg
		底板厚度	宽度	平片长	花纹高度	
1号	小桔皮	0.3～1.2	200～400	1500	0.05～0.12	5～80
2号	大棱型	0.3～1.5	200～400	1500	0.10～0.20	5～80
3号	小豆点	0.25～0.9	200～400	1500	0.10～0.15	5～80
4号	小棱型	0.25～1.2	200～400	1500	0.05～0.12	5～80
5号	蜂窝型	0.20～0.60	150～350	1500	0.20～0.70	5～80
6号	月季花	0.30～0.90	200～400	2000	0.05～0.12	5～80
7号	飞天图案	0.30～1.2	200～400	2000	0.10～0.25	5～80

表 10-14　铝合金浅花纹板的力学性能

代号	名称	处理方式	状态	抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ_{10} (%)	备注
1 号	小桔皮	轧制后	L3M L3Y2 L3Y	74.4～79.2 129.0～159.5 180.3～184.5	30～32 3.0～5.0 2.25～4.5	成品厚度 为 0.25mm 到 1.20mm
2 号	大棱型	轧制后	L3Y2 L3Y	121.0～124.4 173.6～178.6	5.5～6.75 4～5	成品厚度 为 0.45mm 到 1.07mm
3 号	小豆点	轧制后	L3M L3Y2 L3Y	70.8～75.3 116.7～119.5 173.0～174.9	12.0～26.3 7.5～8.5 2.5～5.0	成品厚度 为 0.53mm 到 1.10mm
4 号	小棱型	轧制后	L3M L3Y2 L3Y	78.6～83.4 100～139.9 176.7～183.4	28.0～39.6 4.25～20.0 1.6～5.2	成品厚度 为 0.40mm 到 0.48mm
5 号	月季花	轧制后	L3M L3Y2 L3Y	70.3～81 127～128 174～179	26～38 4.7～5.7 2.0～4.25	成品厚度 为 0.51mm 到 1.08mm

c. 铝合金波纹板：是将铝或防锈铝在波纹机上轧制形成的铝合金板。有一定的装饰效果，质轻、外形美观、经久耐用、耐腐蚀。多用于墙面和屋面的装修。其牌号、规格状态、力学性能应符合《铝及铝合

金波纹板》（GB4438—1984）的规定。见表 10-15、表 10-16。

表 10-15 铝及铝合金波纹板牌号、状态及规格

合金牌号	状态	波型代号	规格/mm				
			厚度	长度	宽度	波高	波距
L1～L6	Y	波 20—106	0.6～1.0	2000～10000	1115	20	106
LF21		波 20—131	0.6～1.0	2000～10000	1008	33	131

表 10-16 铝及铝合金波纹板的长横向室温力学性能

合金牌号	状态	厚度/mm	力学性能≥	
			σ_b/MPa	δ_{10}（%）
L1～L6	Y	0.6～1.0	140	3.0
LF21		0.6～0.8	185	2.0
LF21		>0.8～1.0	185	3.0

d. 铝合金压型板：采用防锈铝合金在压型机上压制而成各种形状的装修板型。具有质轻、美观、耐腐蚀、耐久、易安装、施工进度快等特点。

铝合金压型板的合金牌号、状态及规格见表 10-17、性能指标见表 10-18。

e. 铝合金冲孔平板：是用铝合金平板经机械冲孔而制成的，一般情况下，孔径为 6mm，孔距为 10～14mm，可冲成圆形、方形、长方形、三角形或大

小组合形等孔型。铝合金冲孔平板具有轻质、耐高温、耐腐蚀、防火、防振、防潮、吸声、降噪等特点。铝合金冲孔平板的牌号、状态、规格及尺寸偏差等见表 10-19。

表 10-17　铝合金压型板的合金牌号、状态及规格

合金牌号	状态	板型	规格/mm			
			厚度	长度	宽度	波高
L1～L6，LF21	Y，Y_2	1	0.5～1.0	≤2500	570	25
		2		≤2500	635	
		3		2000～6000	870	
		4			935	
		5			1170	
		6		≤2500	100	
		7			295	295
		8			140	80
		9			970	25

表 10-18　铝合金压型板的性能指标

材料	抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ_{10} (%)	弹性模量 E /MPa	剪切模量 G /MPa	线膨胀系数 /10^{-6}/℃		对白色光的反射比 (%)	密度 /(g/cm³)
					−60～20℃	20～100℃		
纯铝	100～190	3～4	7.1×10^4	2.7×10^4	22	24	90	2.7
LF21	150～220	2～6	—	—	—	—	—	2.73

表 10-19　铝合金冲孔平板的牌号、状态、规格及尺寸偏差

合金牌号	状态	板厚/mm	板长/mm	板宽/mm	孔径/mm
L2～L5	Y	1.0～1.2 尺寸允许偏差 0～0.16	492～1250 尺寸允许偏差 2～3	492～592 尺寸允许偏差 2～3	φ6
LF2	Y				
LF3	Y_2				
LF21	Y				

f. 铝箔：是用纯铝或铝合金加工成的厚度为 6.3～200μm 的薄片制品。具有良好的防潮、绝热性能。其对太阳光的反射比达 87%～97%。

铝箔按形状有卷状铝箔和片状铝箔；按材质和状态有硬质铝箔、半硬质铝箔和软质铝箔；按表面状态有单面光铝箔和双面光铝箔；按加工工艺有素箔、压花箔、复合箔、涂层箔、上色箔和印刷箔等。

铝箔同依托层用粘合剂粘贴成卷材或板材，常用的有铝箔牛皮纸和铝箔布、铝箔泡沫塑料板、微孔铝箔波形板等。

铝箔的力学性能见表 10-20，牌号、状态、规格等见表 10-21。

2）不锈钢制品：不锈钢是在钢材中加入铬、镍等合金元素，生成一层与钢材基体牢固结合的致密的氧化膜层，使钢材不致锈蚀的合金钢称为不锈钢。

表 10-20　铝箔的力学性能（GB3198—1996）

厚度/mm	抗拉强度 σ_b/MPa<		伸长率 δ（%）<	
	M	Y	M	Y
0.006	—	—	—	—
0.007～0.010	30	100	0.5	—
0.012～0.025	30	100	1.0	—
0.026～0.040	30	100	2.0	0.5
0.050～0.200	40	120	3.0	0.5

表 10-21　铝合金箔材的牌号和规格

牌号	状态	规格/mm	
		厚　　度	宽　　度
2A11、2A12	0、H18	0.03～0.20	50～1000
2A21、3003	0	0.03～0.20	
	H14/24	0.05～0.20	
	H16/26	0.05～0.20	
5A02、5052	0	0.03～0.20	
	H14/24	0.05～0.20	
	H16/26	0.10～0.20	
4A13	0、H18	0.03～0.20	
5082、5083	0、H18/38	0.10～0.20	

注：合金箔的化学成分应符合 GB/T3190 相应牌号的规定。

不锈钢根据所加合金元素的化学成分不同分为铬不锈钢、铬镍不锈钢和高锰低铬不锈钢等。不锈钢具有良好的耐蚀性和表面光泽性，光反射比达90%以上，装饰性很好，是一种极富现代气息的装饰材料。

①普通不锈钢板。主要用于柱面、栏杆及扶手等部位的装饰。常用的不锈钢薄板有热轧和冷轧钢板两种，厚度在2.0mm以下。常用不锈钢板规格见表10-22。

表10-22　彩色不锈钢板的规格　（单位：mm）

厚　　度	长×宽	生产厂家
0.2，0.3，0.4，0.5，0.6，0.7，0.8	2000×1000，1000×500 还可按需要尺寸加工	广东顺德龙溪装饰材料厂，北京博达技术研究所等

②彩色不锈钢板。是在不锈钢板上进行技术和艺术加工，使其成为各种色彩绚丽的不锈钢板。其颜色有蓝、灰、紫、红、青、绿、金黄、茶色及橙色等。其色泽随光照角度不同而产生变幻的色调。其耐腐蚀性能强，力学性能良好，彩色面层在200℃下或弯曲90°以上无变化，色彩经久不褪色，耐磨、耐刻划性能好。现常用的彩色不锈钢板的规格及生产厂家见表10-23。

表 10-23　常用不锈钢薄板的参考规格

钢板种类	钢板厚度/mm	钢板宽度/mm								
		500	600	700	750	800	850	900	950	1000
		钢板长度/mm								
热轧钢板	0.35、0.4、0.45、0.5、0.55、0.6、0.7、0.75	1000 1500 2000	1200 1500 1800 2000	1000 1420 2000	1000 1500 1800 2000	1500 1600 2000	1700 2000	1500 1800 2000	1500 1900 2000	1500 2000
	0.8 0.9	1000 1500	1200 1420	1400 2000	1500 1800 2000	1500 1600 2000	1500 1700 2000	1500 1800 2000	1500 1900 2000	1500 2000
	1.0、1.1、1.2、1.25、1.4、1.5、1.6、1.8	1000 1500 2000	1200 1420 2000	1000 1420 2000	1000 1500 1800 2000	1500 1600 2000	1500 1700 2000	1000 1500 1800 2000	1500 1900 2000	1500 2000
冷轧钢板	0.2、0.25、0.3、0.4	1000 1500	1200 1800 2000	1420 1800 2000	1500 1800 2000	1500 1800 2000	1500 1800 2000	1500 1800		1500 2000
	0.5、0.55、0.6	1000 1500	1200 1800 2000	1420 1800 2000	1500 1800 2000	1500 1800 2000	1500 1800 2000	1500 1800		1500 2000
	0.7、0.75	1000 1500	1200 1800 2000	1420 1800 2000	1500 1800 2000	1500 1800 2000	1500 1800 2000	1500 1800		1500 2000

（续）

钢板种类	钢板厚度/mm	钢板宽度/mm								
		500	600	700	750	800	850	900	950	1000
		钢板长度/mm								
冷轧钢板	0.8、0.9	1000 1500	1200 1800 2000	1420 1800 2000	1500 1800 2000	1500 1800 2000	1500 1800 2000	1500 1800 2000		1500 2000
	1.0、1.1 1.2、1.4、 1.5、1.6、 1.8、2.0	1000 1500 2000	1200 1800 2000	1420 1800 2000	1500 1800 2000	1500 1800 2000	1500 1800 2000	1800 2000		2000

3）彩色钢板：彩色钢板是用镀锌钢板或冷轧钢板为基体，正面和背面都涂以高质量涂料，经二次加工成各种制品。主要品种有：彩色涂层钢板、彩色压型钢板、彩色钢条板等。

①彩色涂层钢板。是以冷轧钢板或镀锌钢板的卷板为基板，在表面涂以一定厚度的涂层而制得的钢板。按涂层物质分为有机涂层、无机涂层和复合涂层三类，以有机涂层发展最快，常用的有机涂层为聚氯乙烯。涂层和钢板的结合有薄膜层压法和涂料涂覆法两种。具有绝缘、耐磨、耐酸碱、耐油及醇的侵蚀等特点，并且具有良好的加工性能。彩色涂层的附着力强，色彩多样，主要颜色有红色、绿色、乳白色、棕

色和蓝色等。其性能和类别应符合《彩色涂层钢板及钢带》（GB/T12754—1991）的规定。

彩色涂层钢板可用作建筑物的内外墙板、屋面板及排气管、通风管等。

②彩色压型钢板。是用彩色钢板经辊压加工而成，有V形、梯形、波纹和异形等压型钢板。压型钢板有27种不同的型号，压型板的代号为YX，其型号顺序以波高、波距和有效覆盖宽度来表示。

《建筑用压型钢板》（GB/T12755—1991）中规定，压型钢板表面不允许有10倍放大镜能观察到的裂纹存在；镀锌钢板及彩色涂层钢板制成的压型钢板不得有镀层、涂层脱落以及影响使用性能的擦伤。

压型钢板具有质轻、表面波纹平直坚挺，色彩鲜艳，耐久性强，装饰性好，施工方便等特点。多用于建筑的墙面、屋面的装饰工程。

4）彩色饰面板的贮运：彩色饰面板对外观质量要求很高，并且品种、规格繁多，应分品种、规格分别包装、贮运。

贮存时应存在通风、干燥的仓库内，分品种、规格整齐堆放，堆放不宜过高。

运输、装卸时应轻拿轻放，不得损伤表面，防止变形，并应有防雨措施。

（2）石膏装饰板

石膏板是以建筑石膏为主要原料经制浆、浇注、凝固、切断、烘干而制成的一种轻质板材。其辅助材料有发泡剂、促凝剂、缓凝剂、纤维类物质等。具有重量轻、强度高、防火、防潮、吸声、隔热、不老化等特点。

常用的石膏板品种有：

1）纸面石膏板：以石膏为主要原料，掺入适量外加剂和纤维材料构成芯材，与特制的护面纸牢固结合在一起的板材。根据功能差异分为普通纸面石膏板、防火纸面石膏板、防水纸面石膏板。

①普通纸面石膏板。普通纸面石膏板规格尺寸为长度 1800mm、2100mm、2400mm、2700mm、3000mm、3300mm、3600mm；宽度 900mm、1200mm；厚度 9mm、12mm、15mm、18mm。形状有矩形（代号 PJ）、45°倒角棱边（代号 PD）、楔形棱边（代号 PC）、半圆形棱边（代号 PB）、圆形棱边（代号 PY）。《纸面石膏板》（GB/T9775—1999）对纸面石膏板的技术要求有外观质量、尺寸偏差、含水率、单位面积重量、断裂荷载、护面纸与石膏芯的粘结等内容。见表 10-24、表 10-25、表 10-26。

普通纸面石膏板具有质轻、抗弯和抗冲击性能高、防火、保温隔热性能好等特点，但耐水性能差，一般不用于相对湿度经常大于 70% 的潮湿环境中。

其表面还需进行饰面处理。

表 10-24　纸面石膏板主要技术性能指标（GB/T9775—1999）

性能项目	性能指标	性能项目	性能指标
抗弯强度长向/MPa	75	隔热隔声性能（双层不加填料）/dB	35.3
宽向/MPa	72.5	热导率/（W/m·K）	0.193
表观密度/（kg/m^3）	800－950	粘结性能	合格
抗拉强度/MPa	1.15		

表 10-25　纸面石膏板的外观规定和尺寸允许偏差

（GB/T9775—1999）

项　　目			指标
石膏芯的裸露面积/cm^2			不得大于 3
尺寸允许偏差/mm	长　　度		0…6
	宽度（900、1200）		0－7
	厚度	9	±0.5
		12	±0.6
		15	±0.6

表 10-26　普通纸面石膏板的外观质量要求

（GB/T9775—1999）

对于波纹、沟槽、污痕、划痕等		
优等品	一等品	合格品
不允许有	允许有，但不明显	允许有，但不影响使用

②耐水纸面石膏板。以建筑石膏为主要原料，掺入适量防水外加剂构成耐水芯材，并与耐水的护面纸牢固粘接在一起的轻质板材。其形状及长、宽尺寸与普通纸面石膏板相同，厚度为9mm、12mm、15mm。

《耐水纸面石膏板》（GB/T11978—1999）对纸面石膏板的技术要求有外观质量、尺寸偏差、含水率、单位面积重量、断裂荷载、护面纸与石膏芯的粘结等内容。

耐水纸面石膏板适用于外墙衬板，卫生间、厨房等房间瓷砖墙面衬板。

③耐火纸面石膏板。是以建筑石膏为主要原料，掺入适量无机耐火纤维增强材料构成芯材，并与护面纸牢固粘接在一起的耐火轻质板材。其形状及长、宽尺寸与普通纸面石膏板相同，厚度为9mm、12mm、15mm、18mm、21mm、25mm。

《耐火纸面石膏板》（GB/T11979—1999）对纸面石膏板的技术要求有外观质量、尺寸偏差、含水率、单位面积重量、断裂荷载、护面纸与石膏芯的粘结等内容。

耐火纸面石膏板属于难燃性建筑材料，具有较高的遇火稳定性，一般用于建筑中有防火要求的部位。

2）空心石膏条板：空心石膏条板以建筑石膏为原料，加水搅拌、浇筑、捣实、凝固、抽芯、脱模、

烘干制成的一种条板。长度 2500～3000mm，宽度 450～600mm，厚度 60～100mm，7～9 个孔，孔洞率 30%～40%。为提高条板的抗折强度，可加入石膏重量的 0.5%～4% 的纤维材料，也可通过加入占石膏体积的 85%～100% 的轻质填料来降低条板重量。

3）装饰石膏板：装饰石膏板是以建筑石膏为原料，掺入适量纤维增强材料和外加剂，经搅拌、成形、烘干而制成的一种不带护面纸的装饰板材。具有质轻、图案细腻、色泽柔和、吸声、隔热等特点，有一定强度。装饰石膏板的品种很多，按其正面形状和防潮性能的分为普通型和防潮型，根据性能不同分为优等品、一等品和合格品。分类及代号见表 10-27。

表 10-27　装饰石膏板的分类与代号（GB/T9777—1999）

分类	普通板			防潮板		
	平板	孔板	浮雕板	平板	孔板	浮雕板
代号	P	K	D	FP	FK	FD

装饰石膏板的形状为正方形，其棱边有直角型和倒角型。板材的规格为边长 300mm、400mm、500mm、600mm、800mm 和 305mm、494mm、625mm 等的正方形，厚度为 6mm、7mm、8mm、9mm、10mm、11mm、20mm、25mm 等。常用的规

格有 500mm×500mm×9mm 和 600mm×600mm×11mm。抗压强度为 9MPa，抗弯强度为横向 4.5MPa，纵向 6MPa，抗拉强度为 1.64MPa，隔声指数为 35～38dB。

装饰石膏板的性能指标见表 10-28、10-29。

装饰石膏板的正面不允许有影响装饰效果的气孔、污痕、裂纹、缺角、色彩不均匀和图案不完整等缺陷。

表 10-28　装饰石膏板的性能指标（GB/T9777—1999）

项　　目			优等品		一等品		合格品	
			平均值	最大值	平均值	最大值	平均值	最大值
边长/mm			0 -2		+1 -2			
厚度/mm			±0.5		+1.0			
不平度/mm≤			1.0		2.0		3.0	
直角偏离度/mm≤			1		2		3	
单位面积质量≤	P、K、FP、FK	厚度 9mm	8.0	9.0	10.0	11.0	12.0	13.0
		厚度 11mm	10.0	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0
	D、FD	厚度 9mm	11.0	12.0	13.0	14.0	15.0	16.0
含水率（%）　≤			2.0	2.5	2.5	3.0	3.0	3.5
吸水率（%）　≤			5.0	6.0	8.0	9.0	10.0	11.0
受潮挠度/mm　≤			5	7	10	12	15	17

表 10-29　装饰石膏板的断裂荷载值（GB/T9777—1999）N

项目	优等品		一等品		合格品	
	平均值	最大值	平均值	最大值	平均值	最大值
P、K、FP、FK	176	159	147	132	118	106
D、FD	186	168	167	150	147	132

4）嵌装式装饰石膏板：嵌装式装饰石膏板是带有嵌装企口的装饰石膏板。分为一般嵌装式装饰石膏板（代号 QZ，有平板、孔板、浮雕板）和嵌装式吸声石膏板（代号 QS，带有一定数量的穿透孔洞的嵌装式装饰板的背面复合吸声材料制成的具有一定吸声特性的板材）两种。

规格一般有 600mm×600mm，边厚大于 28mm；500mm×500mm，边厚大于 25mm。其棱边形式有直角型和倒角型。

其外观质量要求为：嵌装式装饰石膏板的正面不应有影响装饰效果的气孔、污痕、裂纹、缺角、色彩不均匀和图案不完整等缺陷。板材的尺寸偏差、不平整度、直角偏离差度等应符合 GB/T9778—1999 的规定。板材的物理力学要求见表 10-30。

5）吸声用穿孔石膏板：吸声用穿孔石膏板是以装饰石膏板和纸面石膏板为基板，与吸声材料或背覆透气性材料组合并在其上钻成各种形状、各种排列孔

的轻质装饰吸声板。主要用于室内吸声。

表 10-30　嵌装式装饰石膏板的物理力学要求

(GB/T9778—1999)

项目 \ 等级		优等品	一等品	合格品	单位面积质量不大于	
含水率（%） ≤	平均值	2.0	3.0	4.0	平均值	最大值
	最大值	3.0	4.0	5.0	16.0 kg/m²	18.0 kg/m²
断裂荷载/N ≥	平均值	196	176	157		
	最大值	176	157	127		

①分类及代号。按基板的特性分为普通板、防潮板、耐水板和耐火板等。

根据基板不同和有无背覆材料，其分类及代号见表 10-31。

表 10-31　吸声用穿孔石膏板的代号

(GB/T11979—1999)

基板与代号	背覆材料代号	板类代号
装饰石膏板 K	W（无），Y（有）	WK，YK
纸面石膏板 W		WC，YC

②规格。吸声用穿孔石膏板为正方形，边长有500mm 和 600mm 两种，厚度有 9mm 和 12mm 两种，板面有孔眼，直径为 ϕ6mm、ϕ8mm、ϕ10mm，穿孔

率为 5.7%～15.7%。

③质量要求。吸声用纸面石膏板不应有影响使用和装饰效果的缺陷。对 WC、YC 不应有破损、划伤、污痕和纸面剥落等缺陷；对 WK、YK 不应有裂纹、污痕、缺角、色彩不均匀等缺陷。

④应用。根据建筑物的用途、功能、室内湿度来选择不同基板的板材。

干燥环境可选用普通基板的板材；相对湿度大于70%的潮湿环境应选用防潮或耐水基板的板材；有防火要求的应选用耐火基板的板材；表面不须进行装饰处理的，可选用装饰石膏板为基板的板材；表面如须进行饰面处理的，可选用纸面石膏板为基板的板材。

6）矿棉装饰吸声板：矿棉装饰吸声板是以矿棉为主要原料，加入适量的胶粘剂、防潮剂、防腐剂，加压成形、烘干、饰面而制成的一种装饰板材。具有质轻、吸声、防火、隔热、保温等特点。

矿棉装饰吸声板的产品规格及技术指标见表 10-32。

7）玻璃棉装饰吸声板：玻璃棉装饰吸声板是以玻璃棉为主要原料，掺入适量的胶粘剂、防潮剂、防腐剂，经热压成形制成。具有质轻、吸声、防火、隔热、保温等特点。其规格和技术指标见表 10-33。

表 10-32　矿棉装饰板的产品规格及技术指标

规格/mm	技术指标					
	表观密度/（kg/m³）	抗弯强度/MPa	吸湿率（%）	防火	热导率/[W/(m·K)]	吸声系数
（10～14）×300×300 （10～15）×500×500 （有各式花色图案）	300…350	≥0.8	≤2	自熄	0.57	0.49（平均）

注：表列各项指标仅供参考。

表 10-33　玻璃棉装饰吸声板产品规格及技术指标

名称	规格（厚×宽×长）/mm	表观密度/（kg/m³）	抗折强度/MPa	吸声系数/（频率 Hz/吸声系数）
硬质玻璃棉装饰吸声板	16×300×400 16×400×400 30×500×500	300	1.6	260/0.13，500/0.30，1000/0.59，2000/0.78
半硬质玻璃棉装饰吸声板	（40，50）×500×500	100		250/0.29，500/0.62，1000/0.74，2000/0.71

8）膨胀珍珠岩装饰吸声板：膨胀珍珠岩装饰吸声板是以膨胀珍珠岩为骨料，掺以适量的胶粘剂，经

搅拌、成形、烘干、焙烧或养护制成。按所用胶结剂可分为：水玻璃珍珠岩装饰吸声板、水泥珍珠岩装饰吸声板、聚合物珍珠岩装饰吸声板等。表面可以喷涂各种涂料，也可进行漆化处理。按表面构成可分为不穿孔、半穿孔、穿孔珍珠岩吸声板。技术性能指标应符合 JC430—1991 规定。

膨胀珍珠岩装饰吸声板产品规格及技术性能见表 10-34。

表 10-34　珍珠岩装饰板的产品规格及技术指标

规格 /mm	表观密度 /（kg/m³）	吸声系数（平均）	抗折强度 /MPa	热导率 /［W/（m·K）］
长，宽 400，500，600	300～400	≥0.25	≥0.8	≥0.081

9）石膏及矿物质装饰板的贮运

①石棉及矿物质装饰板应存放在干燥、通风、清洁的仓库内，应分品种、规格、花色、等级分别包装贮存，包装应密实。

②堆放地面上须垫平，无纸石膏板、玻璃棉装饰板、珍珠岩装饰板应立放堆垛，垛高 2～3 层；纸面石膏板和矿物质棉装饰板应成垛平放，每垛 10～25 块。

③装卸、运输时应轻拿轻放，防雨防潮，不得损

坏。

10.2 石材

10.2.1 天然石材

由天然岩石开采的，经加工或未加工的石材称天然石材。

（1）天然石材的分类

按地质成因分：岩浆岩（花岗岩、辉绿岩、玄武岩）、沉积岩（石灰岩、白云岩、砂岩）、变质岩（片麻岩、大理岩、石英岩）。

按用途分：结构用材（墙体、柱、梁、基础等）、构造用材（栏杆、护板等）、装饰用材（墙面、柱面、地面等）、耐磨用材（道路路面、台阶踏步等）、其他用材（混凝土骨料等建筑材料的原材料）。

按石材使用形态分：散粒石材（砂、碎石等）、块状石材（毛石等）、整形石材（料石、条石、石板等）等。

（2）天然石材的性能

1）表观密度：石材按表观密度大小分为重石和轻石两类。表观密度大于 1800kg/m^3 的为重石，表观密度小于 1800kg/m^3 的为轻石。砌筑用石材大都是表观密度大于 2000kg/m^3 的重石。

2）吸水率：一般的石灰岩、花岗岩的吸水率都

不超过1%。

3）耐水性：石材的耐水性按软化系数分为高、中、低三等。密实的石材属高耐水性石材，软化系数K_R大于0.90，中耐水性石材的软化系数为0.7～0.9，低耐水性的软化系数为0.6～0.7。

4）抗渗性、抗冻性：密实的石材抗渗性很好。因吸水率小，强度又高，故抗冻性很好。吸水率小于0.5%的石材可免作抗冻性检验。

5）耐热性：石材被分解或被破坏的温度较高。石灰岩为900℃，花岗岩为700℃。

6）导热性：密实的石材热导率高达2.9～3.5W/（m·K）。

7）强度：密实的石材强度高，尤其是抗压强度，高达200MPa，一般为40～100MPa。石材的抗压强度是用边长为70mm的立方体试件，一组三块，在水饱和状态下所测得的抗压极限强度的平均值表示。强度等级代号为MU。可分为以下九个等级：MU10、MU15、MU20、MU30、MU40、MU50、MU60、MU80、MU100。试块也可采用其他尺寸的立方体，但应对试验结果乘以相应的换算系数后才可作为石材的强度等级。见表10-35。

8）冲击韧度：一般的石材抗冲击韧度较差。

9）硬度、耐磨性：密实的天然石材，多数硬度

较高。石灰岩的莫氏硬度为5左右；石英岩、花岗岩的莫氏硬度为6～7左右。硬度大且冲击韧度高的岩石，具有良好的耐磨性。

表10-35　石材强度等级的换算系数

立方体边长/mm	200	150	100	70	50
系数	1.43	1.28	1.14	1	0.86

（3）砌筑用石材

1）毛石：又称片石或块石。毛石是由爆破后直接得到的形状不规则的石块。根据表面平整程度，毛石又分为乱毛石和平毛石两种。毛石在长度方向达30～40cm，单块重20～25kg。

2）料石：料石是人工开采出来的六面体石块，经手工或机械凿琢而成的比较规则的石材。按加工后的外形规整程度分为毛料石、粗料石、半细料石、细料石。其加工要求见表10-36。

表10-36　料石各面的加工要求（GB/T50203—1998）

料石种类	外露面及相接周边的表面凹入深度	叠砌面和接砌面的表面凹入深度
毛料石	稍加修整	≯25mm
粗料石	≯20mm	≯20mm
半细料石	≯10mm	≯15mm
细料石	≯2mm	≯10mm

3）条石：条石是由致密硐石凿平或锯解而成的。条石的尺寸按设计要求确定。

10.2.2 装饰用石材

（1）天然大理石饰面板　天然大理石板是用大理石荒料，经锯、切、磨、抛光而制的板材。

大理石板材质均匀，硬度小，易于加工和磨光，其表观密度大于 2600kg/m^3，抗压强度为 93～100MPa，抗弯强度为 7.8～16MPa。

天然大理石的常用规格为（300～1220）mm×（150～915）mm×20mm。

天然大理石板按表面形状分为普通型板材（N）（正方形或长方形板材）、异型板材（S）（其他形状的板材）。按其外观质量、镜面光泽度等分为优等品（A）、一等品（B）、合格品（C）三个等级。天然大理石普通型板材的规格尺寸、平面度和角度允许偏差值见表 10-37。板材正面的外观缺陷要求见表 10-38。镜面光泽度见表 10-39。

大理石板材是用于建筑物室内高级饰面的材料，可用于墙面、地面、柱面、栏杆、踏步等。由于大理石的主要成分是碳酸钙，并含有一些其他杂质，在大气中受硫化物及水的作用易被腐蚀，使面层失去光泽、变色并逐渐风化、破损，所以只有少数几种如汉白玉、艾叶青等质地较纯、杂质少的品种，可用于

室外。

表 10-37　天然大理石普型板规格允许偏差

（mm）（JG79—1992）

部　位		尺寸允许偏差/mm		
		优等品	一等品	合格品
长度、宽度		0 1.0	0 -1.0	0 1.5
厚度	≤15	±0.5	±0.8	-1.0
	>15	+0.5 1.5	+1.0 2.0	±2.0
平板长度 L/mm		平面度允许极限公差值/mm		
		优等品	一等品	合格品
$L \leqslant 400$		0.20	0.30	0.50
$400 < L < 800$		0.50	0.60	0.80
$800 \leqslant L < 1000$		0.70	0.80	1.00
$L \geqslant 1000$		0.80	1.00	1.20
板材长度范围		角度允许极限公差值		
		优等品	一等品	合格品
≤400		0.30	0.40	0.60
>400		0.50	0.60	0.80

表 10-38　天然大理石的外观质量要求（JG79—1992）

缺陷名称	优等品	一等品	合格品
翘曲、裂纹、砂眼、凹陷、色斑、污点	不允许	不明显	有，但不影响使用
正面棱缺陷长≤8mm，宽≤3mm			1 处
正面角缺陷长≤3mm，宽≤3mm			1 处

表 10-39　天然大理石镜面光泽度要求

主要化学成分含量（%）				镜面光泽度（光泽单位）		
氧化钙	氧化镁	二氧化硅	灼烧减量	优等品	一等品	合格品
40～56	0～5	0～15	30～45	90	80	70
25～35	15～25	0～15	35～45			
25～35	15～25	10～25	25～35	80	70	60
34～37	15～18	0～1	42～45			
1～5	44～50	32～38	10～20	60	50	40

（2）天然花岗石饰面板　天然花岗石饰面板是用花岗石荒料加工成的板状产品。

1）天然花岗石的类别及质量标准：我国有 300 多种花岗石，粗略分为红系列、黑系列、绿系列和花系列。品种较好的有中国红、贵妃红、桔红；黑金刚、建平黑；泰安绿、浅绿、青底绿花；菊花青、云里梅、白底黑花等。

按形状分为：普通板材（N）和异形板材（S）。

按表面加工程度分为：细面板材（代号 RB），其表面平整、光洁；镜面板材（代号 PL），其表面平整并具有镜面光泽；粗面板材（代号 RU），表面平整，有较规则的加工条纹。

按规格尺寸、平面度、角度偏差、外观质量分为：优等品（A）、一等品（B）、合格品（C）三个等级。各性能指标见表 10-40、41、42、43（JC205—1992）。

表 10-40　天然花岗石板的规格尺寸允许偏差

分类		细面和镜面板材/mm			粗面板材/mm		
等级		优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
长度、宽度		0 -1.0	0 -1.5		0 -1.0	0 -2.0	0 -3.0
厚度	≤15mm	±0.5	±1.0	±1.0 -2.0	—		
	>15mm	±1.0	±2.0	+2.0 -3.0	+1.0 -2.0	+2.0 -3.0	+2.0 -4.0

表 10-41　天然花岗石板的平面允许极限公差

板材长度（L）范围/mm	细面和镜面板材/mm			粗面板材/mm		
	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
$L \leqslant 400$	0.20	0.40	0.60	0.80	1.00	1.20
$400 < L < 1000$	0.50	0.70	0.90	1.50	2.00	2.20
$L \geqslant 1000$	0.80	1.00	1.20	2.00	2.50	2.80

表 10-42　天然花岗石板的角度允许极限公差

板材宽度范围/mm	细面和镜面板材/mm			粗面板材/mm		
	优等品	一等品	合格品	优等品	一等品	合格品
≤400	0.40	0.60	0.80	0.60	0.80	1.00
>400			1.00		1.00	1.20

表 10-43　天然花岗石的外观质量要求

名称	规　定　内　容	优等品	一等品	合格品
缺棱	长度不超过 10mm（长度小于 5mm 不计），周边每米长/个	不允许	1	2
缺角	面积不超过 5mm×2mm（面积小于 2mm×2mm 不计），每块板/个			
裂纹	长度不超过两端顺延至板边总长度的 1/10（长度小于 20mm 的不计），每块板/条			
色斑	面积不超过 20mm×30mm（面积小于 15mm×15mm 不计），每块板/个			
色线	长度不超过两端顺延至板边总长度的 1/10（长度小于 40mm 的不计），每块板/条		2	3
坑窝	粗面板材的正面出现坑窝		不明显	出现，但不影响使用

2）花岗石板的技术性能：天然花岗石的表观密度为2500～2700kg/m^3，抗压强度为120～250MPa，抗折强度为8.5～15MPa，抗剪强度为1.3～1.9MPa，吸水率小于1%，膨胀系数5.6～7.34（10^{-6}/℃），平均质量磨耗率为11%，花岗石的耐久性好，使用年限75～200年。

（3）玉石合成饰面板

玉石合成饰面板的规格一般为200mm×500mm×500mm，并可根据需要加工成其他规格，不受任何限制。

玉石合成饰面板的品种见表10-44。

表10-44　玉石合成饰面板的品种

花色品种名称	色泽
岫玉硬亮板	绿色
碧玉金星硬亮板	深绿色
京白玉金星硬亮板	白色加金色
岫玉胶亮板	绿色
芙蓉石胶亮板	粉色
紫晶胶亮板	紫色
河南玉胶亮板	墨绿
东陵石胶亮板	草绿
京粉翠胶亮板	粉色
墨玉鸡血板	黑红色
花色板	按要求加工
白玉板	多种名贵玉石
黑白、红彩霞、白绿、白云紫、天蓝红、杏黄白、白云红、猪石红、黑红、最绿大理石	同花色品种

10.2.3 人造石材

用人工方法制造的具有天然石材的花纹和质感的合成石材称为人造石材。主要有人造大理石、人造花岗石、人造玉石等。具有花纹、色泽、质感逼真；强度高、耐污染、耐腐蚀、施工方便等特点。

人造石材可分为：水泥型人造石材、树脂型人造石材、复合型人造石材和烧结型人造石材等四类。其中应用最多的是树脂型人造石材。

(1) 人造大理石和人造花岗石饰面板

人造大理石和人造花岗石饰面板是以石粉及粒径小于3mm的石渣为主要骨料，以树脂为胶结剂，注入模具一次成型，加工而成。

厚度为5、8、10、15mm，亦可把四边加工成厚20mm左右。其性能见表10-45。

表10-45 人造大理石或花岗石板的技术指标

项目	指标	项目	指标	项目	指标
表观密度/(kg/m^3)	2200	抗冲击强度/(J/cm^2)	>9.8	光泽度/度	>70
抗压强度/MPa	≥100	硬度/HB	≥35	耐酸	耐
抗折强度/MPa	≥30	吸水率(%)	<0.1	耐碱	耐

(2) 预制水磨石板

预制水磨石板是以水泥、石屑为主要原料，经拌

合、成型、养护、研磨、抛光而制成。

预制水磨石板按其表面加工程度有粗磨石板、细磨石板、抛光板三类。

预制水磨石板的产品规格、特点及技术指标见表10-46，质量标准见表10-47。

表 10-46　预制水磨石板的产品规格、特点及技术指标

名称	规格/mm	花色品种	技术指标
地面板	25×400×400（19，20）×305×305	1．各种底色，各色石子 2．各种图案 3．所用水泥有青、白水泥两种，所用石子有大、小、尖、圆等。根据所用石子形状及大小不同，称为“小尖板”、“小圆板”、“大尖板”、“大圆板”等	抗压强度/MPa：35～45 抗折强度/MPa：5 光泽度/度：20～50
墙面板	(25～30)×(300～400)×(400～800)		
栏面板	(25～30)×(300～400)×(400～800)		
踢脚板	120×(400～500)		
窗台板	30×(140，200，330)×(600～1200)		

表 10-47　预制水磨石板的质量标准

缺陷种类	合格标准	
	一级品	二级品
杂质、返浆	不许有	不超过两处 每处不大于10mm×10mm
气孔、剥落、划痕、颜色不均匀、杂石、漏砂	距离1.5m处目测不明显	

(3) 人造石材贮运注意事项

人造石材饰面板须成捆运输，每捆最多 10 块，必须有绳索捆紧扎牢。每两块板须光面相对并隔以质细、坚韧的整纸。每捆的规格、花色应相同，并注明编号。

搬运中严禁摔掷、碰撞。装车要紧密稳固，空隙处用纸垫实、塞实，严禁松动、冲撞。木箱包装的饰面板，如使用机械装卸，一次起吊以不超过两箱为宜，并应轻起轻落，以防损坏。

散装的大型饰面板须直立搬运，下放时须使背面棱先着地。吊运或抬运时，受力处应加衬垫。

饰面板应存贮于仓库内，同种规格、品种、花色、编号者存于一处，不得混放。

成捆成箱饰面板堆码高度不超过 1.6m。散装饰面板应直立堆垛，光面相对，顺序倾斜放置（倾斜度不大于 15°），底层与每层间支垫弹性材料。垛高不超过 1.6m。

10.3 塑料制品

10.3.1 塑料的分类、组成及特性

塑料是以合成树脂为主要原料，加入或不加添加剂，在一定温度、一定压力下，经混炼、塑化、成形、固化而得到在常温下保持形状不变的高分子材

料。

（1）塑料的组成

塑料的主要成分是树脂，其质量占塑料的40%以上，塑料的基本性质主要取决于所用的树脂的种类、性质和数量，并且塑料的名称是以树脂来命名的。

1）合成树脂：合成树脂属于高分子化合物，又称高聚物。

①聚乙烯（PE）。由乙烯单体聚合而成，按合成时的压力分为高压聚乙烯（又称低密度聚乙烯）和低压聚乙烯（又称高密度聚乙烯）。聚乙烯具有良好的化学稳定性及耐低温性，强度较高，吸水性和透水性很低，无毒，密度小，易加工，但耐热性较差，且易燃烧。

②聚氯乙烯（PVC）。采用最为广泛的聚合物之一。聚氯乙烯的机械强度高，化学稳定性好，抗风化性能和抗腐蚀性好，但耐热性差，使用温度在-15℃～55℃之间。

③聚苯乙烯（PS）。易于着色、加工成形，耐水、耐光、耐腐蚀、绝热性好。但性脆、耐热性差，使用温度不超过80℃，并且易燃。

④聚丙烯（PP）。密度较小（0.90～0.91kg/cm^3），耐热性好，使用温度可达110～120℃，抗拉

强度较高，刚度好，硬度高，耐磨性好。耐低温性差，易燃烧，离火后不能自熄。

⑤聚醋酸乙烯酯（PVAC）。耐水性差，粘结性好。

⑥聚甲基丙烯酸甲酯（PMMA）。具有良好的弹性、韧性、耐低温性，抗冲击强度较高，并有极高的透光性。

⑦丙烯腈—丁二烯—苯乙烯共聚物（ABS）。具有良好的加工性、高韧性和弹性、化学稳定性及较高的表面硬度和冲击韧性。

⑧苯乙烯—丁二烯—苯乙烯嵌段共聚物（SBS）。具有高弹性、高抗拉强度、高伸长率和高耐磨性。

以上树脂属热塑性树脂。

⑨酚醛树脂（PF）。具有良好的耐热、耐湿、耐化学侵蚀性及优异的电绝缘性。质硬且脆。

⑩脲醛树脂（UF）。性能与酚醛树脂相似，但耐热性和耐水性差。着色性好，粘结强度较高且表面光洁如玉。

⑪不饱和聚酯树脂（UP）。透光率高，化学稳定性好，机械强度高，抗老化性及耐热性好，可在室温下成型固化，不耐浓酸、碱的浸蚀。

⑫环氧树脂（EP）。化学稳定性好，对极性表面或金属表面有良好的粘结性，良好的电绝缘性、耐磨

性。

⑬有机硅树脂（SI）。耐热性高（400～500℃），耐寒性及化学稳定性好并有良好的防水、抗老化和电绝缘性能。

以上树脂属热固性树脂。

2）添加剂

①填料和增强材料，主要起改善使用温度，提高塑料强度、硬度耐热性和大气稳定性。

填料按外观形状分为粉状、纤维状和片状，按化学成分分为有机填料和无机填料。

②增塑剂。用于增加塑料的可塑性，降低脆性和硬度。

③稳定剂。用于增强塑料的抗老化性。

④固化剂。使树脂具有热固性。

⑤着色剂。使塑料制品具有特定的色彩和光泽，有较好的装饰性，一般为有机或无机颜料。

另外，根据工程需要，有时还可加入润滑剂、抗静电剂、发泡剂、阻燃剂和防霉剂等。

（2）塑料的分类

按组成成分的多少分为：单组分塑料和多组分塑料。

按合成树脂的性能不同分为：热塑性塑料和热固性塑料。

按使用性能和用途不同分为：通用塑料和工程塑料。

(3) 塑料的特性

加工性能好，轻质高强、热导率小、化学稳定性好、电绝缘性好、装饰性好、节能并有利于建筑工业化。易老化，耐热性差，易燃，刚度小，有些品种的塑料对人体健康不利。

10.3.2 装饰用塑料

(1) 聚氯乙烯（PVC）装饰板

聚氯乙烯装饰板是以聚氯乙烯树脂为原料加入添加剂加工制成的塑料制品。塑料中含有增塑剂的为硬质塑料，不含或少含增塑剂的为软质塑料。

1) 硬质聚氯乙烯塑料：具有较好的化学稳定性、抗老化性，耐热性较差。可制成各种颜色及透明、半透明的制品。其性能指标见表 10-48。

表 10-48 硬质 PVC 板的物理力学性能

性　能	指　标
密度/（g/cm^3）	1.6～1.8
抗拉强度/MPa	17～50
抗弯强度/MPa	纵向≥90，横向≥80
吸水率（%）	不大于 0.1
燃烧性	难燃，自熄
热收缩性（%）	不大于 0.5

主要产品有：

硬PVC波形板：有不透明和半透明的各色板。板厚1.0～1.5mm，板宽900～1300mm，纵波板长5～6m，横波板长10～30m。

硬PVC异形板：有单层和中空板两种。板厚1.0～1.5mm，板宽100～200mm，板最长6m。

硬PVC格子板：有真空吸塑板和平板两种。

2）软PVC板：具有质轻、耐磨、耐高压、防潮、吸水率小等特点。

性能指标：抗拉强度纵横向≥10MPa，断裂延长率纵横向≥15%。

颜色有棕、天蓝、灰、黑等。规格有600mm×1100mm、800mm×1800mm，亦可按需要加工。

（2）三聚氰胺装饰板（塑料贴面板）

三聚氰胺装饰板是以三聚氰胺—甲醛树脂浸渍的木纹纸面层和底层各一张，与7～9层的酚醛树脂浸渍的牛皮纸叠合，在高温高压下制成的纸质层塑料板。具有硬度大、耐磨、耐热、耐腐蚀易清洗等特点。分为有光和无光两种。密度1.4～1.5g/cm^3。

性能指标见表10-49。

（3）贴塑装饰板和涂装板

贴塑装饰板和涂装板都是以胶合板、纤维板、木屑板等木质板材为基层，贴塑装饰板是在木质表面上

贴上很薄的塑料贴面板，涂装板是在木质板的表面进行涂装并印刷木纹。作为贴面的塑料面层有三聚氰胺装饰板、聚氯乙烯装饰板和玻璃钢装饰板等。

表 10-49　塑料贴面板的技术标准（LY218～219—1980）

项目	技术指标	规格/mm	说明
耐冲击	无裂纹	长×宽： 1845×920 2150×930 1845×1235 2455×1235 厚度： 0.8，1.0	本标准适用于专用纸浸渍高压三聚氰胺树脂、酚醛树脂经热压制成的通用型（有光）塑料贴面板塑料贴面板分为“一级”和“二级”两个等级
耐磨	磨耗值小于 0.08g/100 转磨 400 转后仍留有装饰花纹		
耐水煮	无分层、鼓泡。增重小于 10%。增厚小于 10%		
耐干热	无开裂、鼓泡，允许有轻微光退		
耐污染	无污染腐蚀，允许酸碱有轻微光退		
耐开裂	无开裂、云斑		
抗拉强度/MPa	横向不小于 70 纵向不小于 90		
耐灼烧	无黄斑、黑斑、裂纹、鼓泡。允许有轻微光退		
耐老化	无开裂 允许有轻微水渍和云斑 允许有轻微变色和光退		

（4）钢丝网架泡沫塑料夹芯板

钢丝网架泡沫塑料夹芯板是用两排镀锌钢丝作网架，自熄型泡沫聚苯乙烯为芯材，面层喷涂或抹水泥砂浆，又称为泰柏板。具有轻质、高强、抗震性好等特点。

（5）钙塑装饰板

钙塑装饰板是以聚氯乙烯、轻质碳酸钙为主要原料加工而成。根据采用树脂不同分为聚氯乙烯钙塑板、聚乙烯钙塑板和聚丙烯钙塑板。具有防潮耐腐，光洁平整、装饰美观等特点。

（6）塑料地板

塑料地板按形状分为卷材塑料地板和块材塑料地板。

1）塑料卷材地板（地板革）：塑料卷材地板主要是聚氯乙烯塑料地面卷材，分为有基层和无基层两种，现使用的多为有基层卷材。一般为两层或多层结构，常见的是三层结构：面层为透明的聚氯乙烯塑料，基层为无纺布、玻璃纤维、合成纤维，中间为印花的不透明聚氯乙烯塑料。具有颜色鲜艳、耐磨、易清洗、耐寒及阻燃等特点。一般规格为：厚度 1.5～3.0mm，宽度 800～1200mm，长度每卷 20m 以上。抗拉强度纵向≥10MPa，横向≤9MPa。

卷材地板的外观质量要求见表 10-50，物理力学性能见表 10-51。

表 10-50　塑料卷材地板的外观质量要求（GB11582—1989）

项　　目	优等品	一等品	合格品
裂纹、断裂、分层	不允许	不允许	不允许
折皱、气泡			轻微
漏印、缺膜			微小
套印偏差、色差		不明显	不影响美观
污染		不允许	不明显
图案变形			轻微

表 10-51　塑料卷材地板的物理力学性能（GB11582—1989）

项　　目		优等品	一等品	合格品
耐磨层厚度/mm	≥	0.15	0.15	0.10
PVC 层厚度/mm	≥	0.80	0.80	0.60
残余凹陷度/mm	<	0.40	0.60	0.60
加热长度变化率（%）	<	0.25	0.30	0.40
翘曲度（%）	<	12	15	18
磨耗率（%）	<	0.0025	0.0030	0.0040
褪色性（级）	≥	3（灰卡）	3（灰卡）	3（灰卡）
基材剥离力/N	≥	50	50	15

2）弹性塑料卷材地板（塑料软地板）：弹性塑料卷材地板是以聚氯乙烯树脂为面层材料，面层和底层之间复合软质泡沫塑料，面层印花制成。有较好的隔

声性和保温性。并具有耐磨、耐寒、耐酸碱、质轻、防水、柔软舒适等特点，使用寿命长，电绝缘性能好。规格一般为：厚度 1.4～1.5mm，宽度 600～1000mm，长度每卷 20m 以上。抗拉强度 10MPa，伸长率 150%。

3）塑料块材地板（地面砖）：塑料块材地板是以聚氯乙烯为基料，加入填充料、增塑剂、颜料等添加剂经混炼、热压或压延等工艺制成。按材质有硬质、半硬质和软质之分。按外观有单色、复色、印花、压花等形式。按结构层次分为单层和复层等。具有质轻、耐磨、耐燃、耐油、耐腐蚀、隔热保温等性能。表面色彩鲜艳、花式多样，可制成仿瓷、仿大理石花纹。塑料块材地板多为正方形，尺寸一般为 300mm×300mm，厚度为 1.5～3mm，长宽允许偏差为±0.3mm，厚度允许偏差为±0.15mm。

4）其他塑料地板

塑料地板的品种还有：

石棉塑料地板：是以聚氯乙烯共聚树脂与石棉、配合剂、颜料等混合制成。具有弹性强、耐腐蚀、自熄、花色美观等特点。

钙塑地板：以聚氯乙烯为原料，掺入颜料、矿物质、增塑剂和添加剂制成。具有耐磨、易清洗、耐腐蚀等特点。

聚氯乙烯再生胶地板：以再生胶为基层，聚氯乙烯为面层热压制成。具有弹性好、耐磨、脚感舒适、美观大方等特点。

其他还有聚氯乙烯抗静电地板、防尘地板、软木橡胶地板等。

10.3.3 保温隔热材料

（1）泡沫塑料

泡沫塑料是在聚合物中加入发泡剂，经发泡、固化或冷却等工序制成的多孔塑料制品。泡沫塑料的孔隙率高达 95%～98%，孔隙尺寸小于 1.0mm。工程上常用的有聚苯乙烯泡沫塑料、聚氯乙烯泡沫塑料、聚氨酯泡沫塑料和脲醛泡沫塑料。

1）聚苯乙烯泡沫塑料：是工程上应用最为广泛的泡沫塑料。主要用作墙体和屋面、地面、楼板等的保温隔热，也可与纤维增强水泥、纤维增强塑料或铝合金板等复合制成夹层墙板。

2）聚氯乙烯泡沫塑料：主要用作吸声材料、装饰构件，也可用作墙体、屋面等的保温材料，或作为夹层板的芯材。

3）聚氨酯泡沫塑料：有硬质和软质两种，以硬质型使用较多。与其他泡沫塑料相比，其耐热性好，强度较高，还可采用在现场发泡的方法形成整体的泡沫绝热层，在绝热效果相同的条件下，这种无缝绝热

层比拼成的绝热层厚度减小30%左右。

4）脲醛泡沫塑料：是最轻的泡沫塑料之一。强度低，吸湿性大，使用时应注意防潮。主要用作空心墙和夹层墙板的芯材。脲醛泡沫塑料也可在现场发泡成为整体泡沫塑料。

以上各种泡沫塑料的性能指标见表10-52。

表10-52　泡沫塑料的性能指标

名称	表观密度/(kg/m³)	热导率/(W/m·K)	适用温度/℃	规格(长×宽×厚)/mm	抗压强度/MPa
聚苯乙烯泡沫塑料	20～50	0.035～0.047	-80～75	(500～2000)×(500～1000)×(10～100)	0.15～0.2
硬质聚氯乙烯泡沫塑料	≤45	0.043	-35～80	(450～620)×(200～620)×(15～75)	0.15～0.2
软质聚氯乙烯泡沫塑料	≤27	0.052	±60	(450～600)×(300～500)×(10～65)	0.5～1.5
聚氨酯泡沫塑料	30～46	0.023～0.047	-50～160	长≤5000 宽≤1200 厚30～35	≥0.25
脲醛泡沫塑料	≤15	0.03～0.041	≥60	1000×500×200	0.015～0.025

（2）蜂窝塑料板

蜂窝塑料板是由两张薄板和一层较厚的蜂窝状孔形的芯材牢固粘合在一起的多孔板材，孔的直径较大(5～20mm)，孔隙率较大。蜂窝状芯材是由浸渍高聚物的片状材料（玻璃布、木纤维板等）经加工粘合制成的蜂窝状空心板材。其抗压强度、抗折强度高、热导率低［0.046～0.056W/（m·K）］，抗震性好。

10.3.4 塑料门窗

塑料门窗是以改性硬质聚氯乙烯塑料，加入适量的添加剂，经混炼、挤出等工艺制成的中空异形材(断面形状复杂的制品)。硬质聚氯乙烯改性后具有较好的可加工性、稳定性、耐热性和抗冲击性。

塑料门窗的外观平整美观，色彩鲜艳，装饰性好，并具有良好的耐水性、耐腐蚀性、保温隔热性、隔声性、气密性和阻燃性，使用寿命达30年以上。

塑料门窗的规格：应符合建筑模数协调统一标准，根据各地标准图集按需要选用。

按异形材断面的公称宽度可分为50系列、60系列、80系列、90系列和100系列。

塑料门窗按技术性能、外观质量分为优等品、一等品、合格品三个等级。

塑料门窗外观质量要求见表10-53。

表 10-53　塑料门窗外观质量要求

项目	质　量　要　求
外观	型材表面应平滑，不应有影响使用的伤痕、凹凸不平、裂纹、杂质等缺陷
颜色	型材色泽应均匀一致
外形	型材应无扭曲，各表面轴向翘曲应在 2mm/m 以内
尺寸公差	断面尺寸公差应在 ±0.5mm 以内，压边、装配部位的配合尺寸公差就在 ±0.3mm 以内
质　量	型材单位长度的重量不应小于规定值的 5%

10.3.5　纤维增强塑料

纤维增强塑料是一种树脂基复合材料。添加的纤维材料有玻璃纤维、石棉纤维、碳纤维、天然植物纤维、合成纤维和钢纤维等，其中以玻璃纤维用的最多。

玻璃纤维增强塑料（GRP）又称玻璃钢，是由合成树脂胶结玻璃纤维或玻璃纤维布制成的。具有轻质高强、耐腐蚀的特点，但弹性模量小，变形大。

10.4　涂料

涂料是指涂敷于物体表面，能与基体材料粘结并形成完整而坚韧的保护膜的物质，也称涂膜或涂层。

早期的涂料是以天然植物油脂、天然树脂等为原料，故称为“油漆”。现在，合成树脂在很大程度上已取代了天然树脂，所以改称为涂料，而油漆仅仅是油性涂料而已。

10.4.1 涂料的组成

涂料的基本组成包括：主要成膜物质（基料）、次要成膜物质（颜料）、辅助成膜物质（分散介质和辅料）。

（1）主要成膜物质　又称基料，是组成涂料的基础，在涂料中起成膜和粘结颜料的作用。常用的成膜物质有油料、天然树脂和合成树脂。

油料：是制造油性涂料的主要原料，使用的主要是植物油（干性油、半干性油和不干性油）。

天然树脂：如松香、虫胶沥青等。

合成树脂：如聚乙烯树脂、聚乙烯醇缩甲醛、环氧树脂等。

（2）次要成膜物质（颜料）　次要成膜物质主要是指涂料中所用的颜料。颜料的品种很多，按其化学组成分为有机和无机颜料；按其来源分为天然和人造颜料；按其主要作用分为着色颜料和体质颜料。

着色颜料：一般为无机矿物颜料，常用的有氧化铁红、氧化铁黄、氧化铁绿、氧化铁棕、氧化铬绿、钛白、锌钡白、群青蓝等。

体质颜料：又称填料，主要起到填充和增强的作用，即改善涂膜的机械性能，增加涂膜的厚度，提高其耐磨性。主要品种有重晶石粉、轻质碳酸钙、重质碳酸钙等。

涂料组成中没有颜料的透明体称为清漆，加有颜料的称为色漆。

(3) 分散介质　分散介质包括溶剂和水，是液态涂料的主要部分，主要起溶解或分散基料、改善涂料施工性能的作用，对保证涂膜质量也有较大作用。分散介质一部分被基底吸收，大部分分散介质挥发或蒸发掉。常用的有机溶剂有酯类、醇类、酮类和烃油类。

涂料按分散介质及其对成膜物质作用的不同分为溶剂型涂料、水溶性涂料和乳液型涂料（亦称为乳胶漆或水乳型涂料）。其中水溶型涂料和乳液型涂料又称为水性涂料。

(4) 辅料　又称助剂或添加剂。目的是为了改善涂料的性能。常用的辅料有增塑剂、催化剂、增白剂、乳化剂、稳定剂等。以催化剂、增塑剂使用最多。

10.4.2　涂料的分类与命名

(1) 按成膜物质分类　以成膜物质为基础，若主要成膜物质有多种，按其在涂膜中起决定作用的一种

为基础进行分类，共分为十七类，见表10-54。

表10-54　涂料按成膜物质分类及代号

序号	代号	成膜物质名称	主要成膜物质
1	Y	油脂	天然植物油、鱼油、合成油、松浆油
2	T	天然树脂	松香及其衍生物、虫胶、动物胶、大漆等
3	F	酚醛树脂	酚醛树脂、改性酚醛树脂
4	L	沥青	天然沥青、煤焦沥青、石油沥青
5	C	醇酸树脂	甘油醇酸树脂、季戊四醇醇酸树脂、改性醇酸树脂
6	A	氨基树脂	脲醛树脂、三聚氰氨甲醛树脂
7	Q	硝基纤维	硝基纤维
8	M	纤维酯及醚类	乙基纤维等
9	G	过氯乙烯树脂	过氯乙烯树脂
10	X	乙烯树脂	氯乙烯共聚树脂、聚醋酸乙烯共聚物、聚乙烯醇缩醛树脂
11	B	丙烯酸树脂	丙烯酸树脂、丙烯酸共聚物及其改性树脂
12	Z	聚酯树脂	饱和聚酯树脂、不饱和聚酯树脂
13	H	环氧树脂	环氧树脂、改性环氧树脂
14	S	聚氨酯	聚氨基甲酸酯
15	W	元素有机聚合物	有机硅、有机钛、有机铝
16	J	橡胶类	天然橡胶及其衍生物、合成橡胶及其衍生物
17	E	其他	以上16类未包括的成膜物质

(2) 按涂料的化学组成可分为

有机涂料：包括溶剂型、乳液型和水溶型涂料。

无机涂料：包括水泥石灰类涂料、高分子涂料。

有机无机复合涂料。

(3) 按使用部位可分为：外墙涂料、内墙涂料、顶棚涂料、地面涂料。

(4) 按功能可分为：防水涂料、防火涂料、防锈涂料、防霉涂料和防结露涂料。

10.4.3 涂料的技术性质

涂料的技术性质包括涂料呈液态时的性能（透明度、颜色、密度、流变性、不挥发性、贮存稳定性等），涂料的施工性能（流平性、打磨性、遮盖力、附着力、使用量、干燥时间等），涂料硬化后的质量（漆膜厚度、光泽、颜色、硬度、耐磨性等）。

(1) 流变性　流变性包括粘度、触变性和屈服值。

(2) 干燥时间　涂料从液态层变成固态涂膜所需时间称为干燥时间。可分为表干时间、实干时间和完全干燥时间。

(3) 流平性　流平性是指涂料在被涂于基层表面后能自动流展成平滑表面的性能。

(4) 遮盖力　遮盖力是指有色涂料所成涂膜遮盖表面底色的能力。

（5）附着力　附着力是指涂料涂膜与被涂饰物表面间的粘结能力。

（6）硬度　硬度是指涂膜耐刻划、刮、磨的能力。它是表示涂膜机械强度的重要性能之一。

（7）耐磨性　耐磨性指的是涂膜经反复摩擦而不脱落和褪色的能力。是在使用过程中经常受到机械磨损的涂膜的重要特性之一。耐磨性实际上是涂膜的硬度、附着力和内聚力综合效应的体现。

10.4.4　常用建筑涂料

（1）外墙涂料　外墙涂料主要是用于建筑物外墙的装饰和保护。主要的类型有：

1）合成树脂乳液外墙涂料：合成树脂乳液外墙涂料是以合成树脂乳液为基料加入颜料、填料助剂，经研磨而制得的薄型外墙涂料。其主要的技术指标应符合表 10-55 的规定。

2）合成树脂乳液砂壁状建筑涂料：合成树脂乳液砂壁状外墙涂料（简称砂壁建筑涂料）是以合成树脂乳液为主要粘结料，以砂粒和石粉为集料，采用喷涂方法形成粗面涂层，用于建筑物外墙的装饰。

砂壁建筑涂料按着色方式可分为：

A 类：采用人工烧结彩色砂粒和彩色石粉着色。

B 类：采用天然彩色砂粒和彩色石粉着色。

C 类：采用天然砂粒和石粉加颜料着色。

表 10-55　合成树脂乳液外墙涂料技术指标（GB9755—1988）

项　　目	指　　标
在容器中的状态	无硬块、搅拌后呈均匀状态
固体含量(120±2℃,2h),(%)	≥45
低温稳定性	凝聚、不结块、不分离
遮盖力(白色及浅色)/(g/m²)	≤250
颜色及外观	表面平整，符合色差范围
干燥时间/h	≤2
耐洗刷性/次	≥1000
耐碱性（48h）	起泡、不掉粉、允许轻微失光和变色
耐水性(96h)	起泡、不掉粉、允许轻微失光和变色
耐冻融循环性（10 次）	无粉化、不起皱、不开裂、不剥落
耐人工老化性（250h）	不起泡、不剥落、无裂纹
粉化（级）	≤1
变色（级）	≤2
反射系数下降率	
白色及浅色（%）	≤30

合成树脂乳液砂壁状建筑涂料的技术指标见表10-56。

3）溶剂型外墙涂料：溶剂型外墙涂料是以成膜物质溶解于溶剂中配制而成。溶剂型外墙涂料的遮盖性、耐洗刷性、耐污染性等性能都高于乳液型外墙涂

表 10-56　合成树脂乳液砂壁状建筑涂料技术指标

(GB9153—1988)

试验类别	项　　目		技术指标
涂料试验	在容器中的状态		经搅拌后呈均匀状态，无结块
	骨料沉降性（%）		＜10
	贮存稳定性	低温贮存稳定性	3 次试验后，无硬块、凝聚及组成物的变化
		热贮存稳定性	1 个月试验后，无硬块、发霉、凝聚及组成物的变化
涂层试验	干燥时间（表干）/h		≤2
	颜色及外观		颜色及外观与样本相比，无明显差别
	耐水性		240h 试验后，涂层无裂纹、起泡、剥落、软化物的析出，与未浸泡部分相比，颜色、光泽允许有轻微变化
	耐碱性		240h 试验后，涂层无裂纹、起泡、剥落、软化物的析出，与未浸泡部分相比、颜色、光泽允许有轻微变化
	耐洗刷性		1000 次洗刷试验后涂层无变化
	耐玷污率（%）		5 次玷污试验后，玷污率在 45 以下
	耐冻融循环性		10 次冻融循环试验后，涂层无裂纹、起泡、剥落，与未试验试板相比，颜色、光泽允许有轻微变化
	粘结强度/MPa		≥0.69 以上
	人工加速耐候性		500h 试验后，涂层无裂纹、起泡、剥落、粉化、变色＜2 级

料。但由于溶剂含有毒及易燃物质，使用上存在不安全因素，因而受到限制。溶剂型外墙涂料的技术指标见表 10-57。

表 10-57　溶剂型外墙涂料技术标准

项　　目		指　　标
在容器中的状态		搅拌时均匀，无结块
固体含量（%）		≥45
细度/μm		≤45
施工性		施工无困难
遮盖力（白色及浅色）/（g/m^2）		≤140
颜色及外观		符合标准样板， 在其色差范围内，表面平整
干燥时间/h	表干	≤2
	实干	≤24
耐水性（144h）		不起泡、不掉粉、 允许轻微失光和变色
耐洗刷性（次）		≥2000
耐玷污性（5 次） 反射系数下降率（%）		≤15
耐人工老化性（250h）	粉化：级	≤2
	变色：级	≤2
耐冻循环性（10 次）		不起泡、不剥落、 无裂纹、无粉化

4）外墙无机建筑涂料：外墙无机涂料是以碱金属硅酸盐及硅溶胶为基料，加入填料、颜料、助剂等配制而成的一种水溶性涂料。按基料不同可分为：

A类：以碱金属硅酸盐（硅酸钠、硅酸钾、硅酸锂及其混合物）为主要基料，加入相应的固化剂或有机合成树脂乳液配制而成的一种双组分涂料。

B类：以硅溶胶为主要基料，加入有机合成树脂乳液及辅助成膜材料配制而成的涂料。

外墙无机建筑涂料技术质量要求见表10-58。

5）复层建筑涂料：复层涂料由底涂层、主涂层和面涂层组成。按主涂层涂料基料的不同可分为：

①聚合物水泥系复层涂料（CE）。由白色硅酸盐水泥、水溶性树脂等组成。适用于南方环境潮湿的地区而不适用于北方干燥地区。

②硅酸盐系复层涂料（Si）。由硅溶胶或水玻璃、固化剂以及合成树脂乳液组成。

③合成树脂乳液系复层涂料(E)。由合成树脂乳液、填料、助剂等组成。适用于气候较干燥的地区。

④反应固化型合成树脂乳液系复层涂料（RE）。由反应固化型环氧树脂乳液或丙烯酸乳液、填料、助剂等组成的一种双组分乳液型涂料。

复层建筑涂料的技术质量应符合《复层建筑涂料》的要求，见表10-59。

表 10-58　外墙无机建筑涂料技术质量要求

（GB10222—1988）

项　　目			指　　标
涂料贮存稳定性	常温稳定性（23±2）℃		6 个月可搅拌，无凝聚、生霉现象
	热稳定性（50±2）℃		30d 无结块、凝聚、生霉现象
	低温稳定性（　5±1）℃		3 次无结块、凝聚、生霉现象
涂料粘度/s			ISO 杯 40－70
涂料遮盖力/（g/m^2）		A	≤350
		B	≤320
涂料干燥时间/h		A	≤2
		B	≤1
涂层耐洗刷性			1000 次不露底
涂层耐水性			500h 无起泡、软化、剥落现象，无明显变色
涂层耐碱性			300h 无起泡、软化、剥落现象，无明显变色
涂层耐冻融循环性			10 次无起泡、剥落、裂纹、粉化现象
涂层粘结强度/MPa			≥0.49
涂层耐沾污性（%）		A	≤35
		B	≤25
涂层耐老化性		A	800h 无起泡、剥落；裂纹 0 级；粉化、变色 1 级
		B	500h 无起泡、剥落；裂纹 0 级；粉化、变色 1 级

表 10-59　复层建筑涂料的技术质量要求见表 10-62

（GB9779—1988）

项　　目		分　类　代　号			
		CE	Si	E	RE
低温稳定性		无结块、无组成物分离、凝聚			
初期干燥抗裂性		不出现裂纹			
粘接强度/MPa	标准状态	>0.49		>0.68	>0.98
	浸水后	>0.49		>0.49	>0.68
耐冷热循环性		不剥落、不起泡、无裂纹、无明显变化			
透水性/mL		溶剂型<0.5；水乳型<号 2.0			
耐碱性		不剥落、不起泡、不粉化、无裂纹			
耐冲击性		不剥落、不起泡、无明显变形			
耐候性		不起泡、无裂纹；粉化≤1 级；变色≤2 级			
耐沾污性		沾污率≤30			

6）常用外墙涂料的品种、特点、性能及用途

①104 外墙饰面涂料。104 外墙饰面涂料由有机高分子粘结剂和无机粘结剂掺以填充剂、砂颜料等加工制成。

104 外墙饰面涂料具有无毒无味，涂层厚且呈片状，防水、防老化性能好，涂层干燥快，粘结力强，色泽鲜艳，装饰效果好等特点。适用于各种建筑的外墙饰面。其技术性能如下：

粘结力：0.8MPa；耐水性：20℃浸 1000h 无变化；紫外线照射：520h 无变化；人工老化：432h 无变化；冻融循环：25 次无脱落。

②醋酸乙烯—丙烯酸酯乳液涂料。醋酸乙烯—丙烯酸酯乳液涂料又称乙—丙乳胶漆，是以乙—丙共聚乳液为基料的乳液型涂料。技术性能如下：

粘度：≥17；固体含量：≥45%；干燥时间：表干≤30min、实干≤24h；遮盖力：≤1.7kN/m^2；耐湿性：浸 96h 破坏＜5%；耐碱性：浸 48h 破坏＜5%；冻融稳定性：＞3 个循环不破坏。

③苯乙烯—丙烯酸酯乳液涂料。苯乙烯—丙烯酸酯乳液涂料又称苯—丙乳液涂料，是以苯—丙乳液为基料，掺以颜料、填充料及各种助剂制成的乳液型涂料。具有外观细腻、色彩艳丽、安全无毒、施工方便、干燥迅速等特点。其耐水性、耐碱性、耐湿擦洗性较好。并具有丙烯酸酯类涂料的高耐光性、耐候性、保光保色性。适用于公用建筑的外墙。

④丙烯酸酯系外墙涂料。丙烯酸酯系外墙涂料是以热塑性丙烯酸酯为基料的外墙涂料，分为溶剂型和乳液型。丙烯酸酯外墙涂料具有良好的耐水性、耐高低温性、耐候性。不易变色、粉化或脱落，装饰性好，使用年限可达 10 年以上。具有多种色彩，可采用刷涂、喷涂、滚涂等施工工艺。溶剂型涂料在使用

时需注意防火、防爆。

⑤合成树脂乳液砂壁状外墙涂料。彩砂涂料以丙烯酸酯乳液为粘结剂，加入彩色骨料（粒径小于2mm的高温烧结彩色砂粒、彩色陶粒或天然带色石屑）以及其他助剂制成的粗面厚度质涂料。涂层具有丰富的色彩和良好的质感，保色性、耐热性、耐水性及耐腐蚀性能良好。使用寿命达10年以上。适用于板材及水泥砂浆抹面的外墙装饰。性能指标如下：

耐水性：浸水1000h无变化；耐碱性：浸碱溶液1000h无变化；冻融稳定性：50次冻融循环无变化；耐洗刷性：1000次无变化；耐污染性：高档＜10%，一般35%。

⑥聚氨酯系外墙涂料。聚氨酯系外墙涂料是以聚氨酯树脂或聚氨酯与其他树脂复合物为主要成膜物质，加入填料和助剂组成的溶剂型外墙涂料。

聚氨酯外墙涂料的弹性及抗疲劳性好，耐水、耐酸、耐碱性能好。表面光洁度高，耐候性和耐污染性能好。

聚氨酯系涂料一般为双组分或多组分，施工时，须按比例现场配制，施工麻烦且要求较严，需防火、防爆。

⑦环氧高级涂料。环氧高级涂料（又称SE—1型外墙涂料），是以环氧乳液为基料，加以填料、助

剂等制成的水性厚度浆涂料。具有粘结力强、涂膜坚韧耐磨、使用安全方便等特点及良好的耐腐蚀性、耐油耐水性、耐老化性和耐候性。

⑧新型无机外墙涂料。新型无机外墙涂料属无机高分子涂料主要有碱金属硅酸盐系和胶态二氧化硅系。前一类的代表产品是 JH80—1 型涂料，后一类的代表产品是 JH80—2 型涂料。

碱金属硅酸盐系涂料是以碱金属硅酸盐为主要成膜物质，加入适量固化剂、填料、颜料及分散剂搅拌混合而成的涂料。这种涂料属于二组分涂料。具有粘结力强、经久耐用、遮盖力强，耐水、耐碱、耐污染、耐候性好等特点，温度适应性、耐冻融性、贮存稳定性良好。性能指标如下：

固体含量：34%～40%；粘度：30～40s；表面干燥时间：＜1h；遮盖力：＜300g/m^2；附着力：100%；耐水性：25℃浸 24h 无变化；耐热性：80℃、5h 无发粘开裂现象；紫外线照射：20h 稍有脱粉；涂刷性能：无刷痕；沉淀分层情况：24h 沉淀 5mL。

（2）内墙、顶棚涂料　内墙、顶棚涂料是用来装饰及保护室内墙面和顶棚。涂层应质地平滑、细腻、色彩丰富，具有良好的耐水、耐碱、耐污染、耐粉化性能及良好的透气性能。

用于内墙、顶棚的涂料有乳液涂料（乳胶漆）、

水溶性涂料及传统的刷浆材料（如石灰浆、水泥浆、大白浆、可赛银等）、各类油漆、无机建筑装饰涂料等。

1）合成树脂乳液内墙涂料（乳胶漆）：合成树脂乳液内墙涂料是以合成树脂乳液为基料的薄型涂料。常用的品种有：氯乙烯—偏氯乙烯共聚乳液内墙涂料、醋酸乙烯乳液内墙涂料、乙丙乳液内墙涂料、苯丙乳液内墙涂料等。乙烯树脂类乳液涂料一般为无光或平光，个别为有光。其技术性能指标见表 10-60。

表 10-60　合成树脂乳液内墙涂料技术指标

项　　目	指　　标
在容器中的状态	无硬块、搅拌后呈均匀状态
固体含量（(120 ± 2)℃，2h）（%）	≥45
低温稳定性	不凝聚、不结块、不分离
遮盖力（白色或浅色）/(g/m²)	≤250
颜色及外观	表面平整，符合色差范围
干燥时间/h	≤2
耐洗刷性/次	≥300
耐碱性（48h）	不起泡、不掉粉、允许轻微失光和变色
耐水性（96h）	不起泡、不掉粉、允许轻微失光和变色

常用的乙烯树脂类乳液涂料的品种有：

①聚醋酸乙烯乳液涂料（又称聚醋酸乙烯乳胶漆）。聚醋酸乙烯乳液涂料是以聚醋酸乙烯乳液为基料制成的乳液型涂料。该涂料无毒、不燃，涂膜细腻平滑，色彩鲜艳，干燥迅速，施工方便。但耐水性和耐候性差。

②醋酸乙烯—丙烯酸酯乳液涂料。醋酸乙烯—丙烯酸酯乳液涂料是以乙—丙共聚乳液为基料的乳液型涂料，其耐水性、耐候性、耐碱性优于聚醋酸乙烯涂料。

③苯乙烯—丙烯酸酯乳液涂料。（已在外墙涂料中介绍）

④多彩涂料。多彩涂料是以合成树脂及颜料等为分散相，以含有乳化剂和稳定剂的水为分散介质的乳液型涂料，有水中油型和油中水型两种，以水中油型使用为多。该涂料喷涂到墙面上，能形成具有两种以上色彩的多彩涂层。

多彩涂料具有良好的耐水性、耐油性、耐腐蚀性和耐洗刷性及良好的透气性。多彩涂料的适应性强，可用于各种基层上。

多彩涂料的技术质量要求见表 10-61。

2）水溶性内墙涂料：水溶性涂料是以水溶性聚合物为基料掺入一定的填料、颜料和助剂制成的。可分为Ⅰ类和Ⅱ类两种。水溶性涂料的技术指标见表 10-62。

表 10-61　多彩内墙涂料的技术要求（JG/T3003—1993）

类别	项　　目	指　　标
涂料性质	在容器中的状态	搅拌后均匀，无结块
	粘度（25℃）KU 值	80～100
	不挥发物含量（%）　≥	19
	贮存稳定性（0～30℃）	6 个月
	施工性	喷涂无困难
涂层性质	实干燥时间/h	24
	涂膜外观	与标准样本无明显差异
	耐水性（96h）	不起泡、不掉粉、允许轻微失光和变色
	耐碱性（48h）	不起泡、不掉粉、允许轻微失光和变色
	耐洗刷性/次　≥	300

表 10-62　水溶性内墙涂料的技术指标（JC/T423—1991）

性能项目	技术指标	
	Ⅰ类	Ⅱ类
容器中状态	无结块、沉淀、絮凝	
粘度/s	30～75	
细度/μm	≤100	
遮盖力/（g/m^2）	≤300	
白度（%）	≥80	
涂膜外观	平整、色泽均匀	
附着力（%）	100	
耐水性	无脱落、起泡、皱皮	
耐干擦性（级）		≤1
耐洗刷性（次）	≥300	

①106 涂料。106 涂料（聚乙烯醇水玻璃内墙涂料）是以聚乙烯醇树脂水溶液和水玻璃为基料，掺入适量的填料、颜料和助剂，经搅拌、研磨，分散制成。

106 涂料无毒无味，粘结力强，涂层干燥快，表面光洁平滑。

如在 106 涂料配制的基础上，加入适量的活性填料和添加剂，调整水玻璃的滴加量可制成改性 106 涂料，可改善涂料的耐水性、耐湿擦性能和粘结力。

②803 涂料。803 涂料是以聚乙烯醇缩甲醛氨基胶为基料，掺入填料、颜料、辅料等制成的水溶性涂料。具有无毒无味、遮盖性强、粘结力高、干燥快、耐湿擦、装饰性好、施工方便等特点。

③107 耐擦洗内墙涂料。107 耐擦洗内墙涂料是以改性聚乙烯醇缩甲醛为基料制成的水溶性涂料。具有干燥快、涂层光洁美观、防水、防污等特点。

（3）地面涂料　地面涂料应具有良好的粘结性能、耐碱、耐水、耐磨及抗冲击性能。

地面涂料可分为木地板涂料（油漆）、塑料地板涂料、水泥砂浆地面涂料。

常用的地面涂料如下：

1）聚氨酯地面涂料

①聚氨酯厚质弹性地面涂料。聚氨酯弹性地面涂

料是以聚氨酯为基料的双组分溶剂型涂料。整体性好，色彩丰富，装饰性好，并具有良好的耐油性、耐水性、耐酸碱性和优良的耐磨性。有一定的弹性，脚感舒适。此涂料原材料有毒，施工时应采取防范措施。适于水泥砂浆或混凝土地面以及有防水、耐磨、耐油、耐腐蚀要求的地面。

②聚氨酯薄质地面罩面涂料。聚氨酯薄质地面罩面涂料，涂膜较薄，硬度大，脚感硬，性能与聚氨酯薄质地面罩面涂料基本相同。适用于水泥地面、水泥混凝土地面，也可用于木质地面。

2）777 地面涂料：777 地面涂料以高分子聚合物为基料，掺入特制的填料、颜料等制成。分成 A、B、C 三组分。A 组分为 42.5 水泥，B 组分为色浆，C 组分为面层罩光涂料。777 地面涂料具有无毒、不燃、干燥快、粘结力强、耐磨、耐水、安全经济、经久耐用及施工方便等特点。适用于一般建筑的水泥地面。

3）聚醋酸乙烯地面涂料：聚醋酸乙烯地面涂料（HC—1）是由聚醋酸乙烯乳液、普通硅酸盐水泥、颜料及助剂制成的水性聚合物地面涂料。该涂料无毒，与基层粘结性好，具有良好的耐磨性、抗冲击性及弹性。施工性能良好并有较好的装饰性。适用于民用建筑地面。

4）环氧树脂厚质地面涂料：环氧树脂厚质地

面涂料（804）是以环氧树脂为基料的双组分溶剂型涂料。与基层材料的粘结力强，涂膜坚韧，具有良好的耐磨、耐油、耐水、耐老化、耐化学腐蚀等性能。原材料有毒，施工时应有防范措施。

（4）油漆　油漆仅指由天然动植物油脂、天然树脂等为主要原料制成的油性涂料。

1）清油、聚合清油：清油属于油脂漆类，常用植物油及鱼油等调制而成。可单独涂刷于木材或金属表面，主要是用作调制薄厚漆或红丹防锈漆。

聚合清漆专供施工现场配制油性腻子用。

2）清漆：清漆与清油的区别是其组成中含有各种树脂，因而具有干燥快、漆膜硬、光泽好、耐水性好等特点。清漆的品种很多，常用的品种有：虫胶清漆、酯胶清漆、酚醛清漆、醇酸清漆、硝基清漆和硝基调合清漆。

3）厚漆：由植物油与颜料、体质颜料混合研磨而成。干燥慢，漆膜软，耐久性差但运输较方便。是一种较低级的油性涂料。适用于要求不高的建筑装修，也可用作木质物件打底用。

4）调合漆：以干性油为主料，加入着色颜料、溶剂、催干剂等配制而成的可直接使用的涂料。基料中没有树脂的称为油性调合漆，含有树脂的称为磁性调合漆。可用于室内外一般木材、金属和建筑物表

面。分为：各色油性调合漆、各色酯胶调合漆和各色醇酸调合漆。按漆面还可分为有光、半光和无光三种，常用的为有光调合漆。

5）磁漆：作为面漆的一种色漆，与调合漆的区别是漆料中含有较高的树脂。漆膜坚硬、耐磨、光亮、美观。可用于室内外木质、金属及建筑物表面。可分为：各色酯胶磁漆、各色酚醛磁漆、各色醇酸磁漆。均分为无光、半光和有光三种。

6）底漆：用于木质、金属表面打底之用。填充性较好，但美观性差、耐候性差。有铁红、灰酯胶底漆；锌黄、铁红、灰酚醛底漆；醇酸二道底漆。

7）地板漆：用于木地板、楼梯、栏杆等表面。有钙酯地板漆；各色酯胶地板漆；酚醛地板漆等。

10.4.5 建筑涂料的贮运

建筑涂料品种众多，由于组成材料性质复杂，并且有易燃、易挥发、有毒等多种情况，所以建筑涂料应有可靠的包装、运输及贮存。

（1）验收　建筑涂料到货后按订货合同、提货单核对品种、规格、数量、出厂日期等。检查包装的完整性，如封口是否严密、有无渗漏等。

（2）贮存

1）涂料应存放于干燥、阴凉、通风的库房内，库房温度以5～28℃为宜。

2）涂料存放时应堆放整齐，货架或堆垛应距离热源1m以上。

3）贮存时应定期检查涂料的包装容器，如发现有破、渗、锈、漏等情况，应及时修补或更换包装。

4）涂料存放时间过久，容易变质，贮存时应按出厂日期的先后领用或先进先出、后进后出，以免积压过久变质从而影响使用。

5）建筑油漆等属于易燃品，必须存放在指定地点，并有相应的消防设施。

（3）运输　建筑涂料的运输应遵守货物运输规程，特别对油漆类涂料应注意：

1）运输时应严禁烟火、包装完好，不得与其他货物混装。

2）装卸现场应严禁烟火，远离热源，轻拿轻放，不得摩擦、碰撞或在地上滚动。

3）建筑油漆除厚漆、乳胶漆外，其他油漆不得以飞机空运或铁路快件托运。

10.5　玻璃

10.5.1　玻璃的作用、性质和分类

玻璃是由石英砂、纯碱、石灰石和长石等主要原料以及一些辅助性材料在高温下熔融、成形、急冷而形成的一种无定形非晶态硅酸盐物质。

（1）玻璃的作用　在建筑工程中，玻璃是一种重要的装修材料。它的作用除透光、透视、隔声、隔热外，还有艺术装饰作用。特种玻璃还具有吸热、保温、防辐射、防爆、防弹等特殊要求。此外，玻璃还可制成玻璃幕墙、各种玻璃空心砖及泡沫玻璃等作为轻质建筑材料来满足隔声、绝热、保温等方面特殊要求。尤其是中空玻璃、镜面玻璃、热反射玻璃和夹层玻璃等，可减轻建筑物自重，改善采光效果，获得更好的艺术观感。

（2）玻璃的性质

1）密度：玻璃的密度为 2.45～2.55g/cm^3，其孔隙率接近于零。

2）玻璃没有固定的熔点，液态时有极大的粘性，冷却后形成非结晶体。

3）力学性质：抗压强度为 600～1200MPa，抗拉强度为 40～80MPa，弹性模量为（6～7.5）×10^{4}MPa，脆性指数为 1300～1500。

4）光学性质：玻璃的光学性质有透光性、光折射、光反射、光散射等。

2～6mm 的普通窗玻璃光透射比为 80%～82%，随玻璃厚度增加而降低，随入射角增大而减小。折射率为 1.50～2.50，光反射比反射率为 7%～9%。

5）热物理性：在室温 100℃ 内，玻璃的比热为

0.33～1.05kJ/（kg·K），热导率为 0.40～0.82W/（m·K），热膨胀系数为（9～15）×$10^{6}K^{-1}$。玻璃的热稳定性差，原因是玻璃的热膨胀系数虽然不大，但玻璃的热导率小，弹性模量高，当产生热变形时，在玻璃中产生很大的应力，从而导致炸裂。

6）化学性质：玻璃的化学稳定性很强，除氢氟酸外，能抵抗各种介质的腐蚀。

（3）玻璃的分类　按化学组成分为钠钙玻璃、铝镁玻璃、钾玻璃、铅玻璃、硼硅玻璃、石英玻璃等。

按加工工艺不同分为平板玻璃、压延玻璃和工业技术玻璃等。

10.5.2　平板玻璃

平板玻璃是建筑玻璃中产量、用量最大的一种，也称作单光玻璃。按生产工艺不同分为普通平板玻璃和浮法玻璃两种。

（1）普通平板玻璃　普通平板玻璃是用“引上法”生产的，即使熔融的玻璃液被垂直向上牵拉，经快冷后切割而成。

1）普通平板玻璃规格：按厚度（mm）分为 2、3、4、5、6 五类。玻璃板应为矩形，长宽尺寸在范围内以 50mm 进级，但长度不得超过宽度的 2.5 倍。玻璃的产量以重量箱计量，即以 50kg 为一重量箱，相当于 2mm 厚的平板玻璃 $10m^{2}$ 的重量，其他规格

厚度的玻璃应换算成重量箱。平板玻璃按外观质量分为特选品、一等品、二等品三类。普通平板玻璃的产品规格见表 10-66。

2）普通玻璃的性能：平板玻璃具有良好的透光性，较高的化学稳定性和耐久性。

折射率：1.52；透光度 85% 以上；软化温度 650～700℃；热导率 0.81～0.93W/（m·K）；膨胀系数 9～10 × 10^{-6}/K；密度 2.5g/cm^3，抗压强度 16～60MPa。

3）普通平板玻璃的质量要求：

①厚度偏差：见表 10-63。

表 10-63　普通平板玻璃的规格、厚度允许偏差和透光率

（GB4871—1985）

厚度/mm	长度/mm	宽度/mm	长/mm × 宽/mm	允许偏差/mm	透光率（%）
2	400～1300	300～900	≥400 × 300	±0.15	≥88
3	500～1800	300～1200		±0.20	≥86
4	600～2000	400～1200	≥600 × 400	±0.20	
5	600～2600	400～1800		±0.25	≥82
6	600～2600	400～1800		±0.30	

②外观等级：按表 10-64 确定。

③玻璃板面弯曲度不得超过长度的 0.3%。

表 10-64　普通平板玻璃外观质量技术指标（GB4871—1985）

缺陷种类	说明	特选品	一等品	二等品
波筋（包括波纹辊子花）	允许看出波筋的最大角度	30°	45° 50mm 边部，60°	60° 100mm 边部，90°
气泡	长度 1mm 以下的	集中的不允许	集中的不允许	不限
	长度大于 1mm 的，每平方米面积允许个数	6mm，6	＜8mm，8 8～10mm，2	＜10mm，10 10～20mm，2
划伤	宽度 0.1mm 以下的，每平方米面积允许条数	长度＜50mm 4	长度＜100mm 4	不限
	宽度大于 0.1mm 的，每平方米面积允许条数	不许有	宽 0.1～0.4mm 长 100mm 1	宽 0.1～0.8mm 长＜100mm 2
砂粒	非破坏性的，直径 0.5～2mm，每平方米面积允许个数	不许有	3	10
疙瘩	非破坏性的透明疙瘩，波及范围直径不超过 3mm，每平方米面积允许个数	不许有	1	3
线道		不许有	30mm 边部允许有宽 0.5mm 以下的 1 条	宽 0.5mm 以下的 2 条

注：1. 集中气泡是指 100mm 直径圆面积内超过 6 个。
2. 砂粒的延续部分，90°角能看出者当线道论。

④尺寸偏差（包括偏斜）不得超过±3mm。

⑤边部凸出或残缺部分不得超过3mm，一片玻璃只许有一个缺角，沿原角等分线测量不得超过5mm。

⑥透光率见表10-62。玻璃表面不许有擦不掉的白雾状或棕黄色的附着物。

⑦二等品边部15mm内，允许有表10-63所列任何缺陷。

⑧玻璃不许有裂子、压口和破坏性的耐火材料结石疵点存在。

4）包装及标志

①平板玻璃用木箱或集装箱（架）包装，每箱装同一厚度、规格、等级的玻璃，每一箱包装数量为：2mm厚，15～30m^2；3、4mm厚，15～25m^2；5、6mm厚，15～20m^2。

②木箱不得用腐朽、带有较大裂纹、节瘤或潮湿木材制作。2、3mm厚玻璃包装箱的底盖及堵头板厚不小于15mm，其他部位板厚不小于12mm，4、5、6mm玻璃包装箱底盖板厚不小于18mm，堵头板不小于21mm，其他部位板厚不小于15mm。

③木箱帮板之间的空隙不应大于箱子高度的60%。

④制造箱子要用50mm和60mm长的钉子，木箱

各处不得漏钉、透钉。

⑤木箱上应印有生产厂名或商标、玻璃等级、厚度、尺寸、片数、包装面积、装箱年月，箱口应印有：上面、轻搬轻放、小心破碎、严禁潮湿字样。集装箱（架）要有相应的标志。

(2) 浮法玻璃　浮法玻璃是将溶融的玻璃液流入锡槽，在干净的锡液表面由自重及表面张力作用下水平地浮抛成玻璃带，向锡槽尾部拉引，经抛光、拉薄、硬化和冷却后退火而成。浮法生产的玻璃表面光洁平整、厚度均匀公差小，光学畸变极小，可生产特厚度和极薄（0.55～25mm）的多种规格的玻璃。

1）浮法玻璃的分类及规格：浮法玻璃按厚度（mm）分为3、4、5、6、8、10、12七类。按外观质量分为优等品、一级品、合格品三等。

产品尺寸：玻璃板应为矩形，尺寸一般不小于1000mm×1200mm，并不大于2500mm×3000mm。其他尺寸可由供需双方协商确定。目前我国生产的浮法玻璃原板宽度可达2.4～4.6mm，可以满足特殊使用要求。

2）质量要求（满足GB11614—1989规定）

①厚度偏差应符合表10-65的规定。

一片玻璃厚度薄差不得大于0.3mm。

②尺寸偏差（包括偏斜）应符合表10-65的规

定。

③弯曲度不得超过0.3%。

④边部凸出或残缺部分及缺角深度不得超过表10-65的规定。

⑤透光率不应小于表10-65的规定值。

⑥外观质量应符合表10-65的要求。

⑦玻璃15mm边部允许有表10-66所列任何缺陷。

⑧玻璃板不允许有裂口存在。

⑨对有特殊要求的玻璃可由供需双方协商解决。

浮法玻璃厚度允许偏差、尺寸允许偏差、缺陷允许及透光率见表10-65。

表10-65　浮法玻璃的各项技术指标

厚度/mm	厚度允许偏差/mm	尺寸允许偏差/mm		凸出或残缺/mm	缺角深度/mm	透光率(%)
		≤1500	>1500			
3	±0.2	±3	±4	3	5	87
4						86
5	+0.2 -0.3					84
6						83
8	±0.35	±4	±5	4	6	80
10						78
12	±0.4					75

表 10-66　浮法玻璃外观质量（GB11641—1989）

缺陷名称	说明	优等品	一级品	合格品
光学变形	光入射角	厚 3mm，55° 厚≥4mm，60°	厚 3mm，50° 厚≥4mm，55°	厚 3mm，40° 厚≥4mm，45°
气泡	长 0.5～1mm，每平方米允许个数	3	5	10
	长＞1mm，每平方米允许个数	长 1～1.5mm 2	长 1～1.5mm 3	长 1～1.5mm 4 长＞1.5～5mm 2
夹杂物	长 0.3～1mm，每平方米允许个数	1	2	3
	长＞1mm，每平方米允许个数	长 1～1.5mm 50mm 边部 1	长 1～1.5mm 1	长 1～2mm 2
划伤	宽≤0.1mm，每平方米允许个数	长≤50mm 1	长≤50mm 2	长≤100mm 3
	宽＞0.1mm 每平方米允许个数	不许有	宽 0.1～0.5mm 长≤50mm 1	宽 0.1～1mm 长≤100mm 3
线道	正面可以看到的，每片玻璃允许条数	不许有	50mm 边部 1	2
雾斑（沾锡、麻点与光畸变点）	表面擦不掉的点状或条状斑点，每平方米允许数	肉眼看不出		斑点状，直径≤2mm，4 个 条纹状，宽≤2mm 长≤2mm，2 条

10.5.3 磨砂玻璃

磨砂玻璃又称毛玻璃，是用机械喷砂、手工研磨或氢氟酸溶蚀等方法将平板玻璃表面处理成毛面得到的一种只能透光而不能透视的玻璃。由于磨砂玻璃表面粗糙，使光线柔和且呈漫反射，因而只有透光性而不能透视且不眩目。常用于不需透视的门窗，如卫生间、浴厕、走廊等，也可用作黑板的板面。

10.5.4 花纹玻璃

根据花纹加工方法不同，花纹玻璃可分为压花玻璃和喷花玻璃。

压花玻璃又称滚花玻璃，是在玻璃硬化前，用刻有花纹图案的辊筒，在玻璃的一面或两面压出深浅不等的各种花纹图案而成。由于花纹图案凹凸不平从而使光线漫射，失去透视性，并且也降低了透光性。根据辊筒表面的花纹不同，可滚压出不同装饰效果的花纹玻璃，如：凤尾、夜空、银河、六棱等图案。由于压花玻璃具有透光不透视及较好的装饰效果，所以现代装修工程中被广泛应用。

喷花玻璃又称胶花玻璃，是在平板玻璃表面上贴上花纹图案，抹以护面层，经喷砂处理制成。其透光度约为60%－70%。透视性因花纹及距离不同而不同，可分为几乎透明可见、稍有透明可见、几乎遮挡看不见和完全遮挡看不见。适用于需要装饰并且需要

遮挡视线的部位。最大加工尺寸为 2200mm × 1000mm，厚度一般为 6mm。

10.5.5 安全玻璃

安全玻璃包括钢化玻璃、夹层玻璃和夹丝玻璃。

（1）钢化玻璃　钢化玻璃是将平板玻璃加热到接近软化点温度后迅速冷却的方法以及化学方法进行特殊钢化处理的玻璃。由于在玻璃中产生了均匀的预加压应力，有效的改善了脆性。与普通玻璃相比，抗弯强度提高了 5～6 倍，韧性提高了 5 倍，具有很高的耐温度急变性、耐冲击性和机械强度高等特点，在温差 120～130℃条件下不裂。钢化玻璃不能切割磨削、边角不能碰击，使用时需要选择现成的尺寸规格或提出具体的设计图。

根据碎片状态，钢化玻璃分为Ⅰ类（符号为 TⅠ）、Ⅱ类（符号为 TⅡ）和Ⅲ类（符号为 TⅢ）。根据形状分为平面钢化玻璃和曲面钢化玻璃。根据用途不同可制成磨光钢化玻璃和吸热钢化玻璃。由于内应力的存在，钢化玻璃在破损时会粉碎成圆钝的碎片，不致于伤人，故称为安全玻璃，主要用于需要抗震、耐温度剧变或易受到冲击破坏的部位，如高层建筑门窗、天窗幕墙等。

（2）夹层玻璃　夹层玻璃是有透明的塑料薄片将两片或多片平板玻璃，经加压、加热粘合而成的平面

或曲面的复合玻璃制品。夹层玻璃具有较高的强度，受到破坏时会形成辐射状或同心圆形裂纹，碎片不易脱落，且不影响透明度和产生折光现象。目前用的最多的是聚乙烯醇缩丁醛，它具有无色透明、吸湿性小、弹性大、粘结力强、光稳定性强及耐候性强等优点。夹层玻璃可用普通平板玻璃、磨光玻璃、浮法玻璃、钢化玻璃及吸热玻璃等作为原片。

夹层玻璃的主要物理性能指标为：

耐热性：60±2℃无气泡或脱胶现象；

耐湿性：当玻璃受潮气作用时，能保持其透明度及强度不变；

机械强度：用0.8kg的钢球在1m高的地方自由落下，试件不裂为碎块，只有辐射状的裂纹和微量的玻璃碎屑。落下的玻璃碎屑的重量不超过试件重量的0.5%，同时其最大长度不超过1.5mm；

透明度：82%。

夹层玻璃的主要品种：

1）减薄夹层玻璃：减薄夹层玻璃是采用厚度为1~2mm的薄片玻璃和弹性胶片制成的，有较高的机械强度、挠曲性及破坏时的安全性，重量轻，在破坏时能保持一定的能见度。

2）遮阳夹层玻璃：遮阳夹层玻璃可由热反射玻璃或吸热玻璃制成，亦可在两块玻璃之间夹在色条带

的膜片制成。可吸收并减少太阳光的辐射，可提高安全性和舒适性。

3）电热夹层玻璃：有三种类型：一种是在玻璃表面镀有透明的导电薄膜；一种是玻璃表面将排列的硅酸盐银膏带条通过加热粘结的线状电热丝；一种是带有很细的压在玻璃之间的金属丝电热元件，通电后可保持玻璃表面干燥，适用于寒冷地区采光面积大的部位。

4）隔声玻璃：隔声玻璃是在两片玻璃间加内层能承受大负荷的薄胶片，用它把玻璃粘结起来，成为具有较高隔声效果的复合材料，厚度为 20mm，隔声值达 38dB。

5）其他夹层玻璃：其他夹层玻璃还有：防弹夹层玻璃、玻璃纤维增强玻璃、报警夹层玻璃和防紫外线夹层玻璃等。

（3）夹丝玻璃　夹丝玻璃又称防碎玻璃。它是将预先编织成一定形状并经预热处理的钢丝网压入红热软化状态的玻璃中而制成的安全玻璃。表面可以是压花或磨光的，颜色可以是透明或彩色的。钢丝网在玻璃中起增强作用，所以夹丝玻璃的抗弯强度和抗冲击强度较高，当玻璃受冲击或温度剧变时，能破而不缺，裂而不散，可避免尖锐棱角碎片伤人。当遇火灾夹丝玻璃受热炸裂时，由于裂而不散，仍能保持固

定，起到隔绝火势的作用，所以也有称夹丝玻璃为防火玻璃的。

夹丝玻璃一般用于天窗、天棚、阳台、楼梯、屯梯防火门等处。

夹丝玻璃厚度在 3～19mm 之间，规格标准尚无统一规定。

夹丝玻璃除具有一般玻璃的缺陷外，还有其特有的缺陷如：染色、气泡带、网印、表面不平整等。由于在玻璃中镶嵌了金属丝，破坏了玻璃的均一性，降低了抗压强度，因此在使用时应注意以下几点：

1）由于钢丝网和玻璃的热惰性能差别较大，因此尽量将近夹丝玻璃用于两面温差较大、局部受热和冷热交替等部位。

2）安装夹丝玻璃的窗框尺寸必须适宜，勿使玻璃受挤压。最好不要使玻璃和窗框直接接触，用塑料或橡胶等填充物等作为缓冲材料。

3）在裁切夹丝玻璃时，当玻璃已断，而钢丝网仍相连时，需要反复上下折弯多次才能折断，这时应防止两块玻璃在边缘处互相挤压，造成小缺口或裂口引起使用时破损，并在缺口处作好防锈处理。

10.5.6 吸热玻璃

吸热玻璃是一种可以全部或部分吸收太阳辐射同时仍保持良好的透明度的平板玻璃。在普通钠钙玻璃

中加入着色作用的氧化剂（如氧化铁、氧化镍、氧化钴和硒等），或在玻璃表面喷涂着色氧化物薄膜（如氧化锡、氧化锑、氧化铁等），均可制得吸热玻璃。常用的色彩有灰色、蓝色、古铜色和绿色等。

吸热玻璃的性能如下：

1）冷房效应：吸热玻璃可吸收太阳光谱中的辐射能，节约冷气能耗。

2）防眩：吸热玻璃可吸收太阳光谱中的可见光能，对可见光的透射率明显降低，使刺眼的阳光变得柔和、舒适，具有良好的防眩作用。

3）防紫外线：吸热玻璃可吸收太阳光谱中的紫外光能，减轻了紫外线对人体和室内物品的损害，避免了塑料等有机物品因紫外线的作用而老化、褪色。

吸热玻璃主要用于炎热地区或装有空调的建筑物门窗、玻璃幕墙、采光天棚和汽车风挡等。

10.5.7 热反射玻璃

热反射玻璃又称镀膜玻璃，是在玻璃表面镀敷金属或金属氧化物薄膜制成的。对太阳辐射能有较高的反射能力而又保持良好透光性。

热反射玻璃薄膜的加工方法有热分解法（喷涂法、浸涂法）、金属离子迁移法、真空法（真空镀膜法、溅射法）。

热反射玻璃的性能特点：

1）对太阳辐射热有较高的反射能力，可产生冷房效应，节约冷气能耗。

2）遮光系数小，遮光性能好。

3）具有单向透视性及装饰性。

4）可见光的透过率小。

使用时应注意保护反射膜，避免使其受到污染，施工时应先在玻璃上贴保护薄膜，竣工后方可去除。使用过程中经常清扫，不得使用非中性或含研磨粉的洗涤剂擦试热反射玻璃。

10.5.8 中空玻璃

中空玻璃是用两片或多片玻璃原片与空心金属隔离框、密封胶加压而制成的。玻璃原片可为普通浮法玻璃、吸热玻璃、热反射玻璃、压花玻璃、安全玻璃等，玻璃的厚度为3～18mm。两片玻璃原片之间的空腔厚度及隔离框厚度可根据需要设置，一般在6～24mm范围内，常用6mm和12mm两种。3～4片玻璃原片可构成2～3个空腔，总厚度14～42mm。

中空玻璃具有较好的遮光性、绝热性、隔声性和防结露性。多用于玻璃幕墙、采光天棚、温室等。

10.5.9 玻璃的贮运

1）玻璃到货应首先检查包装木箱是否完好，箱内衬垫物料有无受潮情况，玻璃应完好无碎裂、边角齐整，板面平直、光洁，颜色均匀无杂色，质量符合

标准的规定。

2）玻璃应按品种、规格、等级分别贮存于通风、干燥的仓库内，不应露天存放，也不能与潮湿物品或石灰、水泥、酸、碱、盐、酒精、油脂等挥发性物品放在一起。

3）玻璃堆垛时应将箱盖向上立放，不得歪斜或平放，不得受重压和碰撞。堆垛不宜过高，堆垛下应用垫木，以利通风。堆垛间留以通道，垛顶木箱有木条连接钉牢。

4）玻璃在贮存中应定期检查，如有发霉、破损等情况，应及时整理。

5）玻璃在运输中必须将箱直立靠紧，箱头朝运行方向，谨防碰撞、振动、滑动及倾倒，并应有防雨措施。

6）玻璃在装卸时应轻拿轻放。

10.6 裱糊材料

用以装饰的壁纸、墙布等裱糊材料花色品种繁多，有全塑的，有以纸、布、石棉纤维为基层的。面层材料多为聚乙烯或聚氯乙烯。外观装饰效果有套色印花、压花、浮雕；有仿锦缎、仿木纹、石纹。壁纸、墙布的主要品种有塑料壁纸、玻璃纤维贴墙布、无纺贴墙布、装饰墙布、化纤装饰贴墙布、纸基涂塑

壁纸等。常用裱糊材料有：

（1）聚氯乙烯（PVC）塑料壁纸　聚氯乙烯塑料壁纸是以纸为基层，以聚氯乙烯塑料薄膜为面层，经加工制成的一种饰面材料。其品种有单色压花、印花压花、有光印花、平光印花、发泡壁纸和特种壁纸等。塑料壁纸的花色品种很多，可制成仿丝绸、织绵缎、木纹等花纹图案及浮雕、毛绒质感的饰面材料。塑料壁纸美观、耐用、易清洗、施工方便，缺点是透气性差。

聚氯乙烯塑料壁纸根据物理性能和外观质量分为优等品、一等品、合格品三种。其物理性能见表 10-67，外观质量要求见表 10-68。

表 10-67　PVC 壁纸的物理性能要求

项　目			指　标		
			优等品	一等品	合格品
褪色性（级）			>4	≥4	≥3
耐摩擦色牢度试验（级）	干摩擦	纵向	>4	≥4	≥3
		横向			
	湿摩擦	纵向	>4	≥4	≥3
		横向			
遮蔽性（级）			4	≥3	
湿润拉伸负荷（N/15mm）		纵向	>2.0	≥2.0	
		横向			
粘合剂可拭性		横向	20 次无外观上的损伤和变化		

表 10-68　PVC 壁纸外观质量要求

名称＼等级	优等品	一等品	合格品
色差	不允许有	不允许有明显差异	允许有差异，但不影响使用
气泡	不允许有		不允许有影响外观的气泡
露底	不允许有		允许有 2mm 的露底，但不允许密集
伤痕和皱褶	不允许有		允许基纸有折印、但壁纸表面不许有死折
套印精度	偏差不大于 0.7mm	偏差不大于 1mm	偏差不大于 2mm
漏印	不允许有		不允许有影响外观的漏印
污染点	不允许有	不允许有目视明显的污染点	允许有目视允许的污染点，但不允许密集

（2）玻璃纤维印花贴墙布　玻璃纤维墙布是以厚度为 0.15～0.18mm 的中碱玻璃纤维坯布为基料，表面印有各种花色并喷涂耐磨树脂制成的塑料卷材。这种贴墙布具有布纹质感，色彩鲜艳，装饰效果好并具耐潮、防火等特性。施工简单，粘贴方便。其技术指标见表 10-69。

表 10-69　玻璃纤维墙布技术标准（CW150 统一企标）

项　　目	指　　标	项　　目	指　　标
密度/（根/mm）	经 20＋1 纬 16⊥1	原纱支数/（支/股）	经 42/2 纬 45/2
断裂强度/(N/25×100mm)	经 637 纬 539	单丝公称直径/μm	经 8 纬 8
厚度/mm	0.15＋0.015	含油率	—
宽度/mm	910±15		
重量/（g/m）	155±15	组织	斜纹

（3）无纺贴墙布　无纺贴墙布是以棉、麻等植物纤维或合成纤维为基料经无纺成形、树脂涂装表面、彩印加工而成。具有色彩鲜艳、挺括、富有弹性、防潮、透气性好、纤维不易折断、老化等特性。

规格：厚度 0.12～0.18mm，宽度 850～900mm，重量：涤纶 75g/m^2，麻质 100g/m^2。技术指标见表 10-70。

（4）装饰墙布　是以纯棉平纹布经处理、印花和涂层制作而成。其色泽鲜艳、花形美观，具有强度大、静电小、蠕变性小、无光、无味、无毒、吸声等特点。其主要技术指标见表 10-71、外观质量见表 10-72。

表 10-70　无纺布技术指标

项目	技术指标	
	涤纶无纺布	麻质无纺布
强度/MPa	7.5	10.0
粘贴强度/(kg/2.5cm)	0.55（贴在混合砂浆底上）	0.20（贴在混合砂浆底上）
	0.35（贴在油漆墙面上）	0.15（贴在面漆墙面上）

表 10-71　装饰墙布的主要物理指标

项目名称	单位	指标	备注
重量	g/cm^2	115	
厚度	mm	0.35	
断裂强度	kg/5×20cm	纵向 77 横向 49	
断裂伸长率	%	纵向 3 横向 8	
冲击强度	kg	34.7	Y631 型织物破裂试验机
耐磨	次	500	T522 型圆盘式织物耐磨机
静电效应	静电值（V） 半衰期（s）	184 1	感应式静电仪，室温 19±1℃，相对湿度 50±2%，放电电压 5000V
色泽坚牢度	单洗褪色（级） 皂洗褪色（级） 干摩擦（级） 湿摩擦（级） 刷洗（级） 日晒（级）	3～4 4～5 4～5 4 3～4 7	色泽坚牢度的测试与评级按印染棉布国家标准

注：主要生产厂家：北京印染厂。

表 10-72　装饰墙布的外观质量

疵点名称	一等品	二等品	备　　注
同批内色差	4 级	3～4 级	同一包（300m）内
左中右色差	4～5 级	4 级	指相对范围
前后色差	4 级	3～4 级	指同卷内
深浅不均匀	轻微	明显	严重为次品
折皱	不影响外观	轻微影响外观	明显影响外观为次品
花纹不符	轻微影响	明显影响	严重影响为次品
花纹印偏	1.5mm 以内	3cm 以内	
边疵	1.5mm 以内	3cm 以内	
豁边	1cm 以内 3 只	2cm 以内 6 只	
破洞	不透露胶面	轻微影响胶面	透露胶面为次品
色条色泽	不影响外观	轻微影响外观	明显影响为次品
油污水渍	不影响外观	轻微影响外观	明显影响为次品
破边	1cm 以内	2cm 以内	
幅宽	同卷内不超过 ±1.5cm	同卷内不超过 ±2cm	

注：1. 参考北京市经委标准处颁发的 Q/JC3—5—1—83《聚氯乙烯塑料壁纸企业标准》结合 GB411～432—78《印染棉布国家标准》。

2. 装饰墙布定为一等品、二等品，低于二等品为次品。

3. 外观质量采用目测方法进行，眼与布面距离为 1m，色差检验采用 GB250—82《印染棉布染色牢度褪色样卡评级》，色差检验时眼与布距离为 55～60mm。

4. 检验车速不大于每分钟 25m。

（5）化纤装饰墙布　化纤装饰贴墙布是以化学纤维织成的布为基材，经一定处理后印花而成。其种类繁多，性质各异。常用的化学纤维有粘胶纤维、醋酸纤维、聚丙烯、锦纶、腈纶、涤纶、多纶等。“多纶”是指多种纤维与棉布混纺织成的贴墙布。这种贴墙布具有无毒、无味、透气、防潮、耐磨、无分层等特点。

化纤装饰墙布的规格为：宽 820～840mm；厚 0.15～0.18mm；卷长 50mm。

适用于各级宾馆、旅店、办公室、会议室和住宅。

（6）织锦墙布　织锦墙布属于高级墙面装饰织物。是采用高级丝绸、织锦缎等织物，经加工整形，表面喷涂防污剂处理的高级饰面墙布。具有色彩华丽、图案典雅、能显示出豪华气派的特点。多用于高级宾馆、高档住宅等建筑物。

10.7　胶粘剂

在一定条件下，能把两种固体材料粘接起来的材料称为胶粘剂。

随着有机合成高分子材料的发展，胶粘剂被广泛地应用于建筑构件、建筑材料间的连接，并且品种繁多。用胶粘剂连接各种材料、构件，具有工艺简单、

密封性好和耐腐蚀等优点。

为保证工程质量，胶粘剂应有良好的稳定性、耐久性、耐湿性、耐候性和耐腐蚀性等。

10.7.1 胶粘剂的分类、组成及基本要求

(1) 胶粘剂的分类　胶粘剂的品种众多，分类方法不同，类别不同。

1) 按胶粘剂的热性能分为热塑性胶粘剂和热固性胶粘剂。

2) 按接头的受力性能分为结构型胶粘剂和非结构型胶粘剂。热固性胶粘剂多为结构型，热塑性胶粘剂多为非结构型。

3) 按固结温度分为低温硬化型、室温硬化型和高温硬化型。

4) 按合成胶粘剂的聚合物性质分为有机型和无机型胶粘剂。

(2) 胶粘剂的组成　胶粘剂由以下几部分组成：

1) 粘剂：可由一种或几种聚合物组成，在胶粘剂中起粘结作用，是胶粘剂的主要成分。常用的胶粘剂有天然高分子化合物、合成高分子化合物和无机化合物等。

2) 固化剂与硫化剂：固化剂用于热固性树脂，硫化剂用于橡胶。

3) 填料：目的在于改善胶粘剂的物理力学性能

及降低成本。常用的填料有石英粉、石棉粉和滑石粉等。

4）稀释剂：为使于使用和操作而加入的溶剂，可调节胶粘剂的粘度、增强其涂敷润湿性。稀释剂有活性和非活性两种。活性参与固化与硫化反应，而非活性只起稀释作用。根据所用溶剂的不同，胶粘剂还可分类溶剂型和水乳型。其中水乳型以水为分散介质。

除以上四组分外，还可根据某些特殊要求加入其他添加剂，如增塑剂、稳定剂、抗老化剂和乳化剂等。

（3）对胶粘剂的基本要求

1）胶粘剂应具有适宜的粘度。

2）具有良好的浸润性。

3）在一定条件下可通过物理和化学作用而固化，使被粘材料牢固地粘结在一起。

4）具有足够的粘接强度和较好的物理力学性质。

影响粘接强度的因素除胶粘剂的性质、被粘物性质外，还与被粘物的表面粗糙度、被粘物的表面处理方法、被粘物表面被胶粘剂浸润的程度、被粘物表面含水状况、粘结层厚度及粘结工艺等因素有关。

10.7.2 装饰工程常用胶粘剂

（1）聚醋酸乙烯胶粘剂　聚醋酸乙烯胶粘剂又称

为白乳胶，是在聚醋酸乙烯乳液中加入助剂、防腐稳定剂及增稠剂等制成，属热塑型胶粘剂。其润湿能力强，有较好的附着力，适用于多种粘接工艺。但这种胶粘剂的耐热性差，对溶剂作用的稳定性差，只能用作室温下非结构胶，用于玻璃、陶瓷、混凝土、纤维织物、木材、塑料地板等。

（2）聚乙烯醇缩脲甲醛胶粘剂　聚乙烯醇缩脲甲醛胶粘剂又称作801建筑胶，是一种经过改性的聚乙烯醇缩甲醛胶（107胶）。107胶属水溶性胶，在其胶液中含有大量的对人体有害的游离甲醛。801胶是在107胶制备过程中加入脲素，使得胶液中游离甲醛量大幅度降低，并且生成的胶液的粘结能力也得以提高。801胶粘接强度和耐水性等高于107胶。

（3）环氧树脂胶粘剂　环氧树脂胶粘剂是以环氧树脂为主体制成。该胶粘剂在低温、室温、高温条件下均可固化，耐水性、耐酸碱腐蚀性好，粘接强度很高。此类胶粘剂被广泛用于金属、玻璃、木材、塑料、陶瓷及水泥和混凝土等材料的粘接中，尤其是在粘接混凝土方面，其性能远远高于其他胶粘剂。由于这种胶粘剂所用的固化剂有较大的毒性，使用时应有防范措施。

（4）不饱和聚酯树脂胶粘剂　不饱和聚酯树脂胶粘剂粘接强度高，抗老化及耐热性好，可在室温及常

压下固化，可用于粘接陶瓷、玻璃、木材、混凝土和金属等。

（5）氯丁橡胶胶粘剂　氯丁橡胶胶粘剂是一种被广泛应用的橡胶型胶粘剂，主要由氯丁橡胶、氧化锌、氧化镁、填料、抗老化剂和抗氧化剂等组成。此类胶粘剂对水、油、弱酸、弱碱、脂肪烃和醇类的抵抗力较好。可在－50～＋80℃的温度下工作。可在氯丁橡胶胶粘剂中加入油溶性的酚醛树脂，制成氯丁酚醛胶，则可提高耐老化能力等性能。多用于水泥混凝土或水泥砂浆表面粘贴塑料或橡胶制品。

（6）丁腈橡胶胶粘剂　丁腈橡胶胶粘剂的耐油性好，剥离强度高，对脂肪烃和非氧化性酸具有良好的抵抗力。由于配方不同，故品种不同。丁腈橡胶胶粘剂主要用于粘接橡胶制品以及橡胶制品与金属材料或非金属材料的粘接中。

（7）其他类型胶粘剂　其他还有聚氨酯类胶粘剂、瓷砖胶粘剂（TAM型通用瓷砖胶粘剂）、建筑装饰高级干胶粉（TCM—303型）等。

11　主要建筑材料试验方法

11.1　混凝土试验

11.1.1　试验室拌合方法

（1）试验依据

《普通混凝土拌合物性能试验方法》（GBJ80—1985）

《普通混凝土力学性能试验方法》（GBJ81—1985）

（2）拌合物取样及试样制备

1）混凝土拌合物试验用料应根据不同要求，从同一盘搅拌或同一车运送的混凝土中取出，或在试验室用机械或人工单独拌制。

2）混凝土工程施工中取样进行混凝土试验时，其取样方法和原则应按现行《钢筋混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB50204—2002）及《混凝土强度检验评定标准》（GBJ107—1987）有关规定进行：

混凝土试样应在混凝土浇筑地点随机抽取，取样频率应符合如下要求：

①每 100 盘，且不超过 100m^3 的同配合比的混凝土，取样次数不得少于一次。

②每一工作班拌制的同配合比的混凝土不足 100 盘时，其取样次数不得少于一次。

③在试验室拌制混凝土进行试验时，骨料应提前运入室内。拌合时试验室的温度应保持在 20±5℃。

注：需要模拟施工条件下所用的混凝土时，试验室原材料的温度宜保持与施工现场一致。

④试验室拌制混凝土时，材料用量以重量计，称量的精确度：集料为±1%；水、水泥和外加剂均为±0.5%。

⑤拌合物取样后应尽快进行试验。试验前，试样应经人工略加搅拌，以保证其质量均匀。

(3) 试验设备

1) 搅拌机：容量为 50～100L，转速为 18～22r/min。

2) 台称：称量 100kg，感量 50g。

3) 拌合钢板：尺寸不小于 1.5m×2m；厚度不小于 3mm。

4) 其他：钢抹子、量筒、拌铲等。

(4) 拌合步骤

1) 人工拌合

①按所定配合比称取各材料用量。

②拌合前，将拌合用钢板、拌铲等工具洗刷干净并保持湿润。将称好的砂、水泥倒在钢板上，用拌铲翻拌至颜色均匀，再放入称好的粗集料，翻拌至混合均匀为止，并堆成锥形。

③将堆成锥形的混合物中间作一凹槽，将称量好的拌合用水倒一半在槽中，小心拌合，勿使拌合用水流出，徐徐将剩余的水倒入，继续翻拌，每翻拌一次后，用铲在全部拌合物上铲切一次，直至拌合均匀为止。拌合时间从加水时算起，应符合下列规定：拌合物体积在30L以下时，4～5min；30～50L时，5～9min；51～75L时，9～10min。

④混凝土拌合好后，根据要求立即进行拌合物各项试验。

2）机械拌合

①按所定配合比称取各材料用量。

②用按配合比称量的水泥、水和砂组成的砂浆及少量石子在搅拌机上预拌一次，使之挂浆，其目的是避免正式拌合时影响拌合物的配合比。

③开动搅拌机。向搅拌机内依次加入石子、砂和水泥，先搅拌均匀，再将拌合用水徐徐加入一起拌合，时间不超过2min。

④将拌合好的拌合物自搅拌机内卸出，倒在钢板上，再人工搅拌1～2min，使之均匀，然后立即进行

拌合物各项试验。

11.1.2 混凝土拌合物坍落度试验

（1）试验目的 检验混凝土拌合物的稠度。本方法适用于骨料最大粒径不大于40mm，坍落度值不小于10mm的混凝土拌和物稠度测定。并评定混凝土拌合物的粘聚性和保水性。

（2）采用标准 《普通混凝土拌合物性能试验方法》(GBJ80—1985)。

（3）仪器设备

1）坍落度筒：由薄钢板或其他金属制成的圆台形，形状和尺寸如图11-1所示。其内壁应光滑、无凹凸部位，底面和顶面应互相平行并与锥体的轴线垂直，在筒外部2/3高度处安两个手把，下端焊上脚踏板。筒的内部尺寸：底部直径200±2mm，顶部直径100±2mm，高度300±2mm，厚度不小于1.5mm。

2）捣棒：捣棒为直径16mm、长为600～650mm的钢棒，端部应磨圆，见图11-1。

3）小铲、钢尺、喂料斗等。

（4）试验步骤

1）湿润坍落度筒及其他用具，把筒放在不吸水的刚性水平底板上，用脚踩住两边的脚踏板，使坍落度筒在装料时保持位置固定。

2）将混凝土拌合物分三层均匀地装入筒内，使

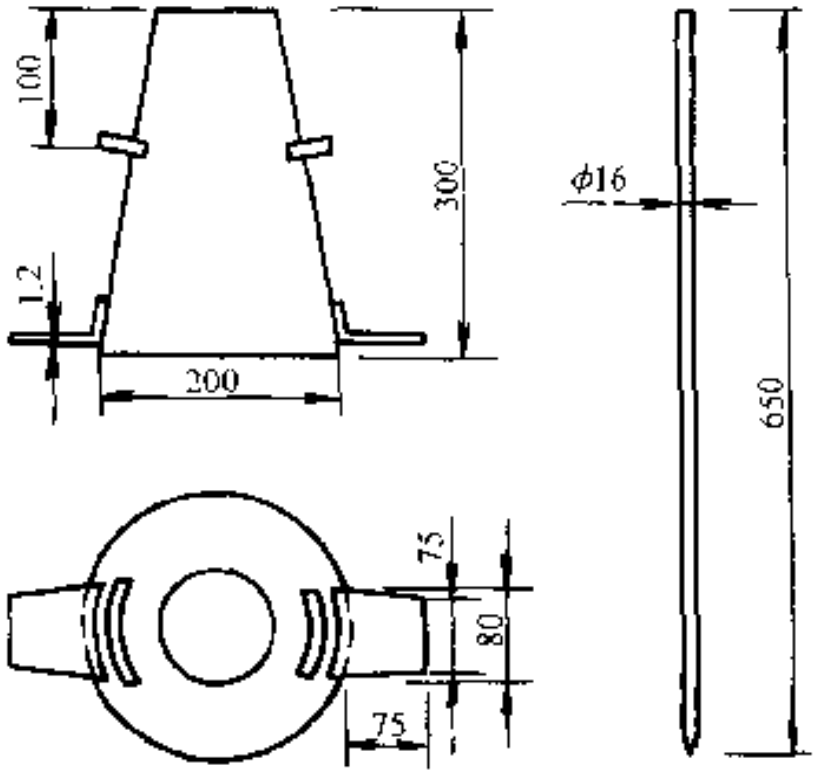


图 11-1　坍落度筒和捣棒

捣实后每层高度约为筒高的 1/3 左右。每层用捣棒沿螺旋方向由外向中心均匀插捣 25 次。插捣底层时，捣棒应贯穿整个深度，插捣第二层和顶层时，捣棒应插透本层至下一层的表面。

浇灌顶层时，混凝土应灌到高出筒口。插捣过程中，如混凝土沉落到低于筒口，则应随时添加。顶层插捣完后，刮去多余的混凝土，并用抹刀抹平。

3）清除筒边底板上的混凝土后，在 5～10s 内，垂直平稳地提起坍落度筒。从开始装料到提起坍落度筒的整个过程应不间断地进行，并应在 150s 内完成。

4）提起坍落度筒后，量测筒高与坍落后混凝土

最高点之间的高度差（以 mm 为单位），即为该混凝土拌合物的坍落度值。

（5）试验结果

1）如提起坍落度筒后，拌合物发生崩塌或一边剪坏现象，应重新进行试验。如第二次仍出现这种现象，则表示该拌合物和易性不好，并应记录备查。

2）稠度：以坍落度表示，以 mm 为单位，精确至 5mm。

3）粘聚性：用捣棒轻敲混凝土锥体侧面，如锥体逐渐下沉，则表示粘聚性良好；如锥体倒塌、崩裂或离析，则表示粘聚性不好。

4）保水性：坍落度筒提起后，如有较多的稀浆从底部析出，骨料外露，则表示保水性不好；如无稀浆析出或仅有少量稀浆析出，则表示保水性良好。

11.1.3 混凝土拌合物的维勃稠度试验

（1）试验目的　检验混凝土拌合物的稠度。本方法适用骨料最大粒径不大于 40mm、维勃稠度在 5～30s 之间的混凝土拌合物稠度测定。

（2）采用标准　《普通混凝土拌合物性能试验方法》（GBJ80—1985）。

（3）仪器设备

1）维动稠度仪：如图 11-2 所示，由以下部分组成。

①振动台。振动台台面长 380mm，宽 260mm，支承在四个减振器上。台面底部安有频率为 50 ± 3Hz 的振动器。装有空容器时台面的振幅应为 0.5 + 0.1mm。

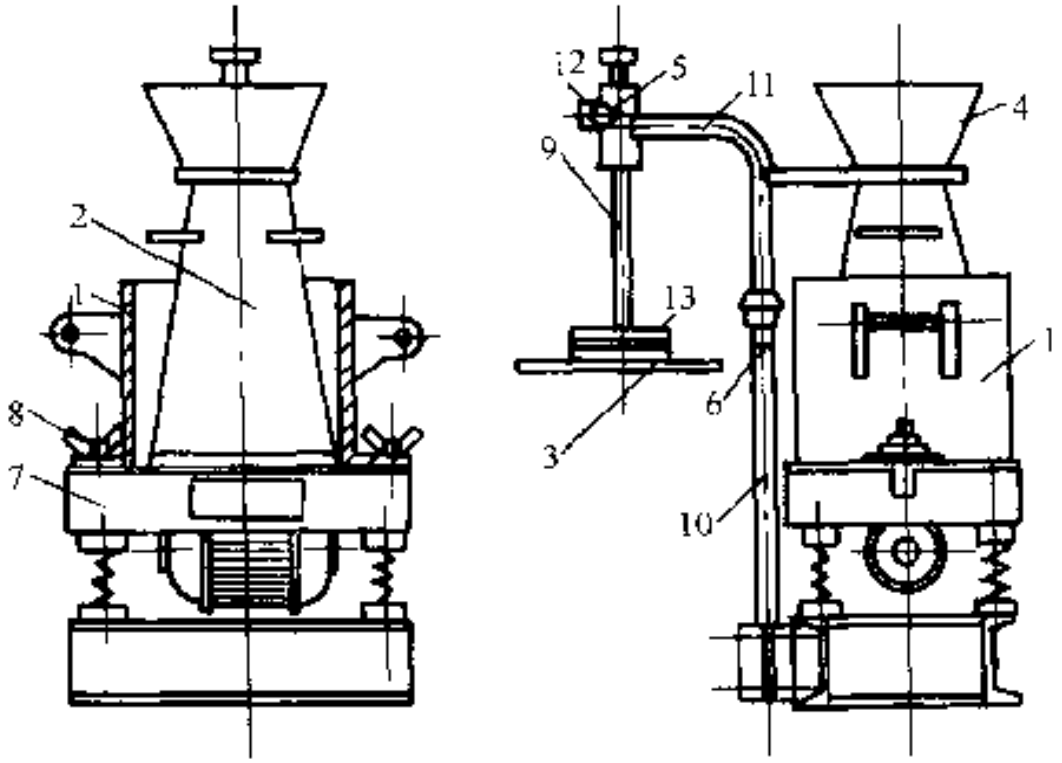


图 11-2　维勃稠度仪

1—容器　2—坍落度筒　3—透明圆盘　4—套管
5、6—定位螺钉　7—振动台　8—固定螺钉　9—测杆
10—支柱　11—旋转架　12—荷块重　13—测杆螺钉

②容器。由钢板制成，内径为 240 ± 5mm，高为 200 ± 2mm，筒壁厚 3mm，筒底厚 7.5mm。

③旋转架。旋转架与测杆及喂料斗相连。测杆下部安装有透明且水平的圆盘，并用测杆螺钉把测杆固

定在套管中。旋转架安装在支柱上，通过十字凹槽来固定方向，并用定位螺钉来固定其位置。就位后，测杆或喂料斗的轴线均应与容器的轴线重合。荷重块直接固定在圆盘上。

2）坍落度筒、捣棒：见图 11-1。

（4）试验步骤

1）把维勃稠度仪放置在坚实水平的地面上，用湿布把容器、坍落度筒、喂料斗内壁及其他用具擦湿。

2）将喂料斗提到坍落度筒上方扣紧，校正容器位置。使其中心与喂料斗中心重合，然后固定螺丝。

3）把按要求取得的混凝土试样分三层经喂料斗均匀地装入筒内，装料及插捣的方法应符合要求。

4）把喂料斗转离，垂直平稳地提起坍落筒。

5）把透明圆盘转到混凝土圆台体上方，放松测杆螺钉，使圆盘降下，并轻轻接触到混凝土顶面。

6）拧紧定位螺钉，并检查测杆螺钉是否已经完全放松。

7）在开启振动台的同时用秒表计时，当振动到透明圆盘的底面被水泥浆布满的瞬间停表，并关闭振动台，记录秒表读数。

（5）试验结果　由秒表读出的时间（s）即为混凝土拌合物的维勃稠度值。

11.1.4 混凝土抗压强度试验

（1）试件的制作

1）一般规定

①混凝土试件的尺寸应根据混凝土中骨料的最大粒径按表 11-1 选定。

表 11-1 混凝土强度的换算系数

试件尺寸/mm	骨料最大粒径/mm	每层插捣次数	抗压强度换算系数
100×100×100	30	12	0.95
150×150×150	40	25	1
200×200×200	60	50	1.05

②混凝土力学性能试验应以三个立方体试件为一组。

③每组试件所用的拌合物应从同一盘或同一车运送的混凝土中取出，或在试验室用机械或人工单独拌制。用以检验现浇混凝土工程或预制构件质量的试件分组及取样原则，应按现行《钢筋混凝土工程施工质量验收规范》（GBJ50204—2002）及其他有关规定执行。

④所有试件应在取样后立即制作。确定混凝土设计特征值、强度等级或进行材料性能研究时，试件成型方法应根据混凝土稠度而定。坍落度不大于 70mm 的混凝土，宜用振动台振实；大于 70mm 的宜用捣棒

人工捣实。检验现浇混凝土工程和预制构件质量的混凝土，试件成形方法应与实际施工采用的方法相同。

2）仪器设备

①试模（图 11-3）：试模由铸铁或钢制成，应具有足够的刚度，并且拆装方便。试模的内表面应机械加工，其不平度应为每 100mm 不超过 0.05mm。组装后各相邻面的不垂直度不应超过 ±0.5°。

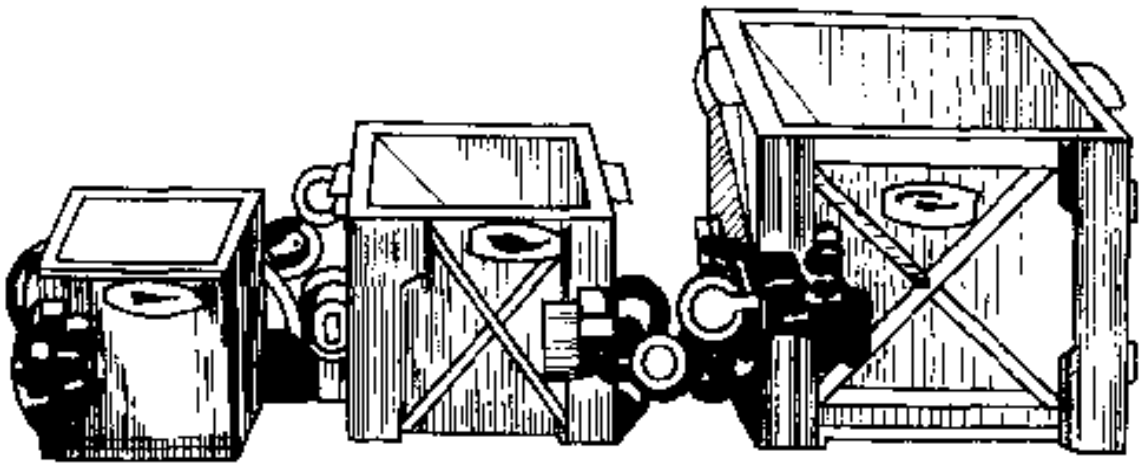


图 11-3　混凝土试模

②振动台、捣棒等同上。

3）试验步骤

①制作试件前应将试模擦净并在内壁涂上一层矿物油脂或其他脱模剂。

②采用振动台成型。当采用振动台成型时，应将混凝土拌合物一次装入试模，装料时应用抹刀沿试模内壁略加插捣并使混凝土拌合物高出试模上口。振动时，应防止试模在振动台上自由跳动。振动应持续到

混凝土表面出浆为止，刮除多余的混凝土，并用抹刀抹平。

③采用人工插捣成形。当采用人工插捣时混凝土拌合物应分二层装入试模，每层装料厚度大致相等。插捣应按螺旋方向从边缘向中心均匀进行，插捣底层时，捣棒应达到试模表面，插捣上层时，捣棒应穿入下层深度为20～30mm。插捣时捣棒应保持垂直，不得倾斜，同时还应用抹刀沿试模内壁插入数次。每层的插捣次数应根据试件的截面而定，一般每100cm^{2}截面积不应少于12次。插捣完后，刮除多余的混凝土，并用抹刀抹平。

（2）试件的养护

1）养护方法：根据试验目的不同，试件可用标准养护或与构件同条件养护。

①确定混凝土特征值、强度等级或进行材料性能研究时应采用标准养护；检验现浇混凝土工程或预制构件中混凝土强度时，试件应采用同条件养护。

②试件一般养护龄期为28天（由成形时算起）进行试验。但也可以按要求（如需确定拆模、起吊、施加预应力或承受施工荷载等时的力学性能）养护到所需的龄期。

2）养护条件

①标准养护的试件。采用标准养护的试件成形后

应覆盖表面，以防止水分蒸发，并应在温度为 20±5℃情况下静置 1～2 昼夜，然后编号拆模。

拆模后的试件应立即放在温度为 20±3℃、湿度为 90%以上的标准养护室中养护。

当无标准养护室时，混凝土试件可在温度为 20±3℃的不流动水中或与构件同条件下养护。

②同条件养护的试件。采用同条件养护的试件成形后应覆盖表面。试件的拆模时间可与实际构件的拆模时间相同，拆模后，试件仍需保持同条件养护。

(3) 立方体抗压强度试验

1) 试验目的：测定混凝土强度等级，用以检验材料质量，确定、校核混凝土配合比，并为控制施工质量提供依据。

2) 采用标准：《普通混凝土力学性能试验方法》(GBJ81—85)

3) 仪器设备

压力试验机：精度应不低于±2%，量程应能使试件的预期破坏荷载值不小于全量程的 20%，也不大于全量程的 80%。试验机上、下压板及试件之间可各垫以钢垫板，钢垫板的两受压面均应机械加工。与试件接触的压板或垫板的尺寸应大于试件的受压面，其不平度应为每 100mm 不超过 0.02mm。

4) 试验步骤：试件从养护地点取出后，应尽快

进行试验，以免试件内部的温湿度发生显著变化。试验步骤如下：

①先将试件表面擦拭干净，测量尺寸，并检查其外观。试件尺寸测量精确至1mm，并据此计算试件的受压面积。如实测尺寸与公称尺寸之差不超过1mm，可按公称尺寸进行计算。试件受压面的不平度应为每100m不超过0.05mm，承压面与相邻面的不垂直度不应超过±1°。

②将试件安放在试验机的下压板上，试件的受压面应与成形时的顶面垂直。试件的中心应与试验机下压缩板中心对准。开动试验机，当上压板与试件接近时，调整球座，使接触均衡。

加荷时应连续而均匀，混凝土强度等级低于C30时，其加荷速度为0.3～0.5MPa/s；若混凝土强度等级高于或等于C30时则为0.5～0.8MPa/s。当试件接近破坏而开始迅速变形时，停止调整试验机油门，直至试件破坏，然后记录破坏荷载。

③混凝土立方体试件抗压强度（MPa）按下式计算，精确至0.1MPa。

$$f_c = F/A$$

式中 f_c——混凝土立方体试件抗压强度（MPa）；

F——极限破坏荷载（N）；

A——试件受压面积（mm^2）。

5）试验结果

①以三个试件测得的抗压强度的算术平均值作为该组试件的抗压强度值。三个试验值中的最大值或最小值中如有一个与中间值的差值超过中间值的 15% 时，则取中间值作为该组试件的抗压强度测定值；如有两个测值与中间值的差值均超过中间值的 15%，则该组试件的试验结果无效。

②混凝土抗压强度以边长 150mm × 150mm × 150mm 的立方体试件的抗压强度为标准值，采用其他尺寸立方体试件时均应乘以尺寸换算系数，换算成标准值。换算系数见表 11-1。

11.2 砂浆试验

11.2.1 采用标准

《普通砂浆基本性能试验方法》(JGJ70—1990)

11.2.2 拌合物取样及试样制备

（1）建筑砂浆试验用料应根据不同要求，可从同一搅拌机或同一车运送的砂浆中取出，或在试验室用机械或人工单独拌制的砂浆中取出。

（2）施工中取样进行砂浆试验时，其取样方法和原则按相应的施工验收规范执行。一般应在使用地点的砂浆槽中、运送车内或搅拌机出料口，至少从三处不同部位取样，取样数量应是试验用量的 1～2 倍。

（3）试验室拌制砂浆进行试验时，拌合用的材料应提前运入室内，拌合时试验室的温度应保持在20±5℃。

（4）试验用水泥和其他原材料应与现场使用材料一致。水泥如有结块应通过0.9mm筛过筛。采用中砂为宜，其最大粒径小于5mm。

（5）试验室拌制砂浆时，材料用量以重量计，称量的精确度：水泥、外加剂等为±0.5%；砂、石灰膏、粘土膏、粉煤灰和磨细生石灰粉为±1%。

（6）试验室采用机械搅拌时，搅拌量应不宜少于搅拌机容量的20%，搅拌时间不宜小于2min。

（7）砂浆拌合物取样后，应尽快进行试验。现场取来的试样，试验前应经人工略翻拌，使其质量均匀。

11.2.3 稠度试验

（1）试验目的　检验砂浆配合比，评定其和易性；施工时控制砂浆的稠度，以达到控制用水量为目的。

（2）主要仪器

1）砂浆稠度仪：由支架、底座、齿条侧杆、带滑杆的圆锥体等组成（图11-4）。

2）钢制捣棒：直径10mm、长350mm。

3）秒表等。

（3）试验步骤

1）盛浆容器及试锥表面用湿布擦干净，并用少量润滑油擦拭滑杆，使滑杆能自由滑动。

2）将按配合比配制好的砂浆拌合物一次装入稠度仪金属筒内，砂浆表面低于筒口 10mm 左右。用捣棒自筒边向中心插捣 25 次，然后轻轻摇动和敲击金属筒 5～6 下，使砂浆表面平整。

3）将筒移至测定仪底座上，拧开试锥杆的制动螺钉，向下移动滑杆使试锥尖端与砂浆表面接触，固定制动螺钉，将刻度盘指针对准零点。

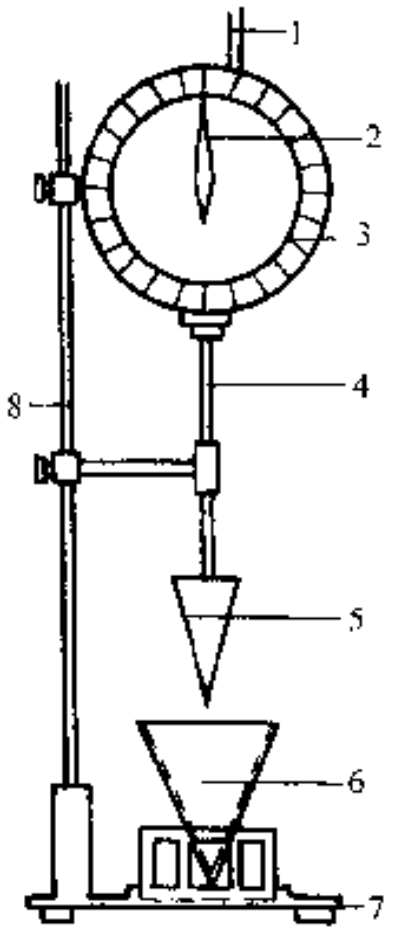


图 11-4　砂浆稠度测定仪

1—齿条测杆　2—指针　3—刻度盘　4—滑杆　5—圆锥体　6—圆锥筒　7—底座　8—支架

4）放松制动螺钉，同时记时间、待 10s 后立即固定螺钉，从刻度盘上读出下沉深度（精确至 1mm）即为砂浆稠度值。

5）圆锥筒内砂浆只允许测定一次稠度，重复测定时应重新取样。

（4）试验结果

1）取两次试验结果的算术平均值作为稠度测定

值，计算精确至 1mm。

2）若两次试验值之差大于 20mm，则应另取砂浆搅拌后重新测定。

11.2.4 分层度试验

（1）试验目的 测定砂浆拌合物在停放或运输时内部组分的稳定性，用以评定其和易性。

（2）主要仪器

1）砂浆分层度测定仪：由上、下两层金属圆筒及左右两根连接螺栓组成。圆筒内径为 150mm，上节高度为 200mm，下节带底净高为 100mm。上、下层连接处需加宽到 3～5mm，并设有橡胶垫圈（图 11-5）。

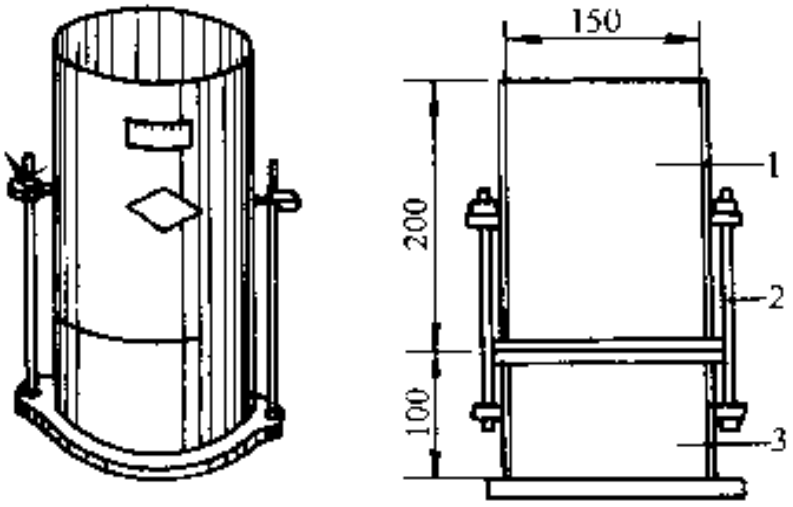


图 11-5 砂浆分层度测定仪

1—无底圆筒 2—连接螺栓 3—有底圆筒

2）水泥胶砂振动台：SI—085 型，频率为 50 ±

3Hz。

3）稠度仪、捣棒等。

（3）试验步骤

1）静置法

①首先将砂浆拌合物按稠度试验方法测定其稠度 K_1。

②将砂浆拌合物一次装入分层度筒内，待装满后，用木锤在容器周围距离大致相等的四个不同位置轻轻敲击 1～2 下，如砂浆沉落到低于筒口，应随时添加，然后刮去多余的砂浆并用抹刀抹平。

③静置 30min 后，去掉上节 200mm 砂浆，将剩余的 100mm 砂浆倒出放在拌合锅内拌 2min，按上述稠度定方法测其稠度 K_2。

2）快速法

①按稠度试验方法测其稠度 K_1。

②将分层度筒预先固定在振动台上，砂浆一次装入分层度筒内，振动 20s。

③然后去掉上节 200mm 砂浆，剩余 100mm 砂浆倒出放在拌合锅内拌 2min，再按稠度试验方法测其稠度 K_2。如有争议时，以静置法为准。

（4）试验结果

1）两次测得的稠度之差，为砂浆分层度值。即 $\Delta = K_1 - K_2$。

2）应取两次试验结果的算术平均值作为该砂浆的分层度值。

3）两次分层度试验值之差，大于20mm应重做试验。

11.2.5 立方体抗压强度试验

（1）试验目的 检验砂浆配合比及强度等级能否满足设计和施工要求。

（2）主要仪器

1）试模（图11-6）：由金属或塑料制成，为70.7mm×70.7mm×70.7mm立方体，应具有足够的刚度并拆装方便。

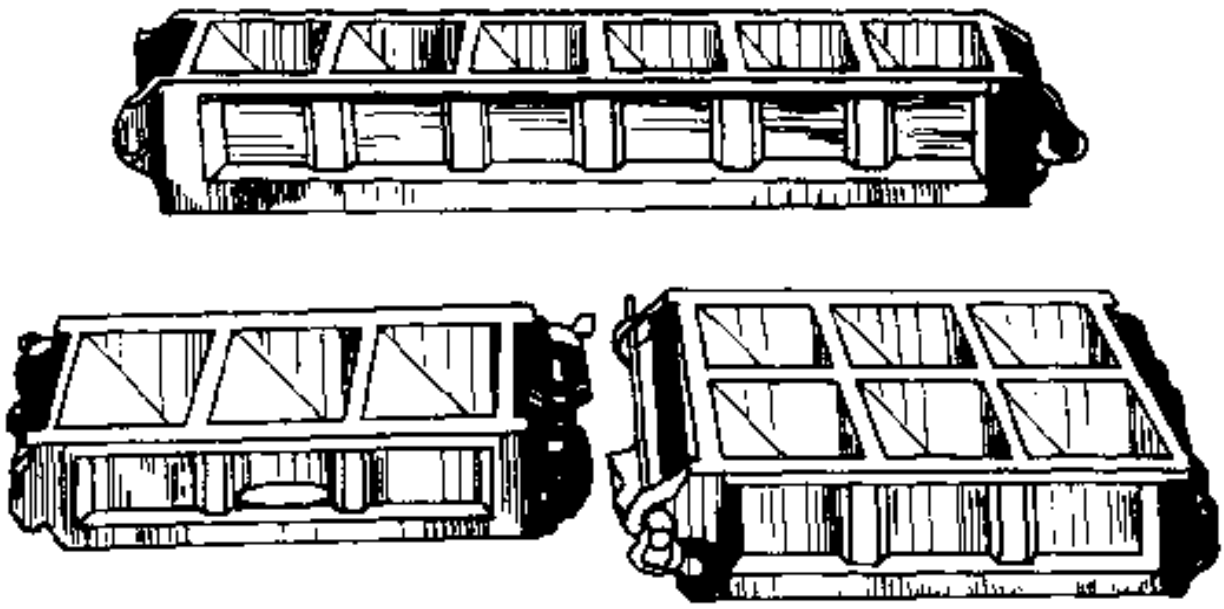


图11-6 砂浆试模

2）压力机、捣棒、刮刀、垫板同上。

（3）试件制作

1）将试模内壁先涂刷一薄层机油，放在预先铺有吸水性较好的湿纸的普通砖上，砖的含水率不大于2%，吸水率不小于10%。纸的大小要以能盖过砖的四边为准。砖的使用面要求平整，并不能粘有水泥或其他胶结材料。否则，不允许使用。

2）砂浆拌合均匀，一次注满试模内，用捣棒由外向里按螺旋方向均匀插捣25次，并用刮刀沿模壁插入数次，砂浆应高出试模顶面6～8mm。

3）当砂浆表面出现麻斑状态时（约15～30min）将多出试模顶面部分的砂浆刮平。

（4）试件养护

1）试件制作后，应在20±5℃的温度环境下停置一昼夜（24h±2h），当气温较低时，可适当延长时间，但不应超过两昼夜，然后对试件进行编号并拆模。

2）试件拆模后应在标准养护条件下，继续养护至28d，进行试压。

①标准养护条件。水泥砂浆、混合砂浆应在温度为20±3℃，相对湿度为60%～80%的条件下养护。水泥砂浆和微沫砂浆应在温度为20±3℃，相对湿度为90%以上的潮湿条件下养护。

②自然养护。水泥混合砂浆应在正温度，相对湿度为60%～80%条件下（如养护箱中或不通风的室

内）养护；水泥砂浆和微沫砂浆应在正温度并保持试块表面潮湿的状态下（如湿砂堆中）养护。

③养护期间必须作好温度记录。在有争议时，以标准方法为准。

3）养护期间，试件破此间隔不少于 10mm。

（5）立方体抗压强度试验

1）试验步骤

①试件从养护地点取出后，应尽快进行试验，以免试件内部的温湿度发生显著变化。将试件表面擦拭干净，测量尺寸，并检查外观。试件尺寸测量精确至 1mm，并据此计算试件的受压面。如实测尺寸与公称尺寸之差不超过 1mm，可按公称尺寸进行计算。

②将试件安放在试验机下压板上（或下垫板上），试件的受压面应与成形时的顶面垂直，试件的中心应与试验机压板中心对准。开动试验机，当上压板与试件接近时，调整球座，使接触面均衡受压。

加荷速度要均匀，加荷速度应为 0.5～1.5kN/s（当砂浆强度≤5MPa 时，取下限为宜，砂浆强度＞5MPa 时，取上限值为宜）。加荷至试件破坏，记录极限破坏荷载 F。

③砂浆立方体抗压强度（MPa）按下式计算，精确至 0.1MPa。

$$f_c = F/A$$

式中 f_c——砂浆立方体试件抗压强度（MPa）；

F——试件极限破坏荷载（N）；

A——试件受压面积（mm）。

2）试验结果

①以6个试件测定值的算术平均值作为该组试件的抗压强度值，平均值计算精确至0.1MPa。

②当6个试件的最大值或最小值与平均值之差超过20%时，以中间四个试件的平均值作为该组试件的抗压强度值。

11.3 钢筋试验

11.3.1 取样方法

钢筋取样单位以同一截面尺寸、同一炉罐号，重量不大于60t的钢筋为一批。每批任选两根钢筋切取各项力学性能试验试样。

11.3.2 质量评定

所有试验中如有一项试验结果不符合该组别钢筋的质量要求时，则从同批中再任取双倍数量的试样进行该不合格项目的复验。复验结果即使有一个指标不合格，则该批钢筋不得验收。

11.3.3 钢筋拉伸性能试验

（1）试验目的 通过试验测得钢筋的屈服点、抗拉强度、伸长率等技术指标，作为评定钢材强度等级

的主要技术依据。

（2）采用标准　《金属拉伸试验方法》((GB228—1987)

（3）主要仪器

1）试验机：应备有调速指示装置、记录或显示装置，以满足测定力学性能的要求。示值误差不大于1%。

2）引伸计：用以测定试样的伸长。

3）根据试样尺寸测量精度的要求选用相应精度的任一种量具或仪器，如游标卡尺、螺旋千分尺或精度更高的测微仪。

（4）试件的制备

1）钢筋截取后，直径为8～40mm的钢筋可直接作为试件。若受量程限制，22～40mm的钢筋可经车削加工后作为试件。

2）在试件表面平行轴向方向划直线，在直线上冲击标距端点，两端点划分10等分格标点。

（5）试验步骤

1）试样原始横断面的测定

①圆形试样横断面直径应在标距的两端及中间处两个相互垂直的方向上各测一次，取其算术平均值，选用三处测得的横截面积中最小值。

②等标截面不经机加工的试件，可采用质量法测

定其平均原始横截面面积，按下式计算

$$A_0 = \frac{m}{\rho L} \times 1000$$

式中 A_0——试样的横截面积（mm^2）取三位有效数字；

m——试样的质量（g）；测量精度达0.5%；

ρ——试样的密度（g/cm^3）；取三位有效数字；

L——试样的总长度（mm）；测量精度为±0.5%。

2）试样原始标记和测量：可以用两个或一系列等分小冲点或细划线标出原始标距，标距不应影响试样断裂，对于脆性试样和小尺寸试样，可用快干墨水或带色涂料标出原始标距。如平行长度比原始标距长许多（例如不经机加工试样），可以标出互相重叠的几组原始标距。

比例试样原始标距的计算值，对于短比例试样应修约到最接近5mm的倍数；对于长比例试样应修约到最接近10mm的倍数。如为中间数值向较大一方修约。

3）屈服点的测定：有明显屈服现象的金属材料，应测定其屈服点、上屈服点或下屈服点。但有标准或协议而无规定时，一般只测定屈服点或下屈服点。无

明显屈服现象的金属材料，应测定其规定非比例伸长应力 $\sigma_{p0.2}$或规定残余伸长应力 $\sigma_{r0.2}$。

①图示法（标准方法）。用自动记录装置绘制力—伸长曲线图，或力—夹头位移曲线图时，力轴每毫米所代表的应力，一般不大于 10MPa，伸长（夹头位移）放大倍数应根据材质进行适当选择，曲线至少绘制到屈服阶段结束点。在曲线上确定屈服平台恒定的力 F_S 或屈服阶段中，力首次下降前的最大力 F_{SU} 或不计初始瞬时效应时的最小力 F_{SL}（见图 11-7）。

屈服点、上屈服点或下屈服点分别按以下公式计算：

$$\sigma_s = F_S / A_0$$

$$\sigma_{su} = F_{su} / A_0$$

$$\sigma_{sl} = F_{sl} / A_0$$

②指针法。生产检验允许用指针法测定屈服点、上屈服点和下屈服点。试验时，当测力度盘的指针首次停止转动的恒定力，或指针首次回转前的最大力，或不计初始瞬时效应时的最小力，分别对应的应力为屈服点和上、下屈服点，仲裁试验采用图示法测定。

4）抗拉强度的测定：试样拉至断裂，从拉伸曲线图上确定试验过程中的最大力（见图 11-8），或从测力度盘上读取最大力。抗拉强度按下式计算：

$$\sigma_b = F_b / A_0$$

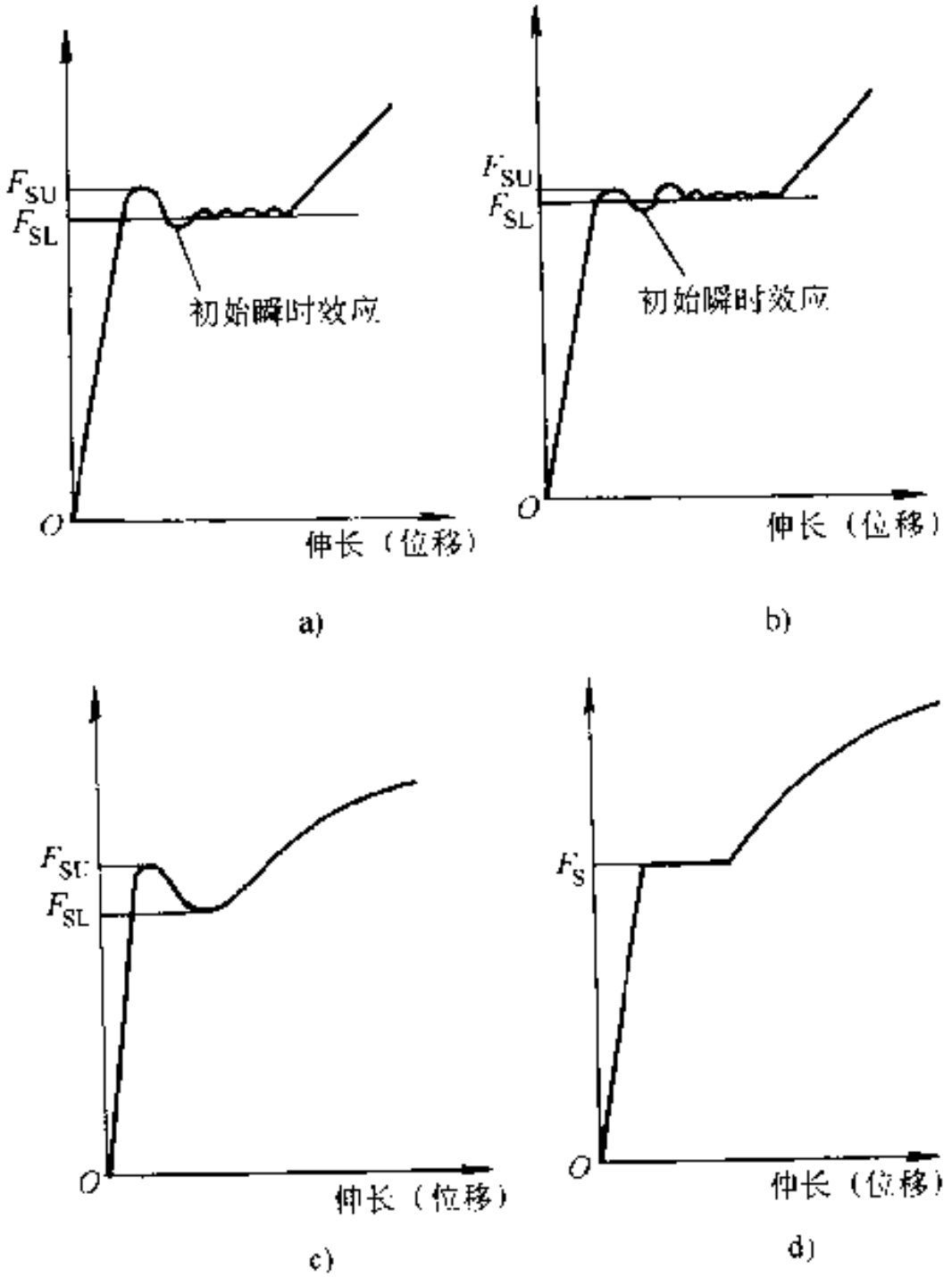


图 11-7　屈服点、上屈服点和下屈服点

5）伸长率测定：试样拉断后，将其断裂部分紧密对接在一起，并保持在同一条轴线上。如拉断处形

成缝隙，则此缝隙应计入该试样拉断后的标距内。

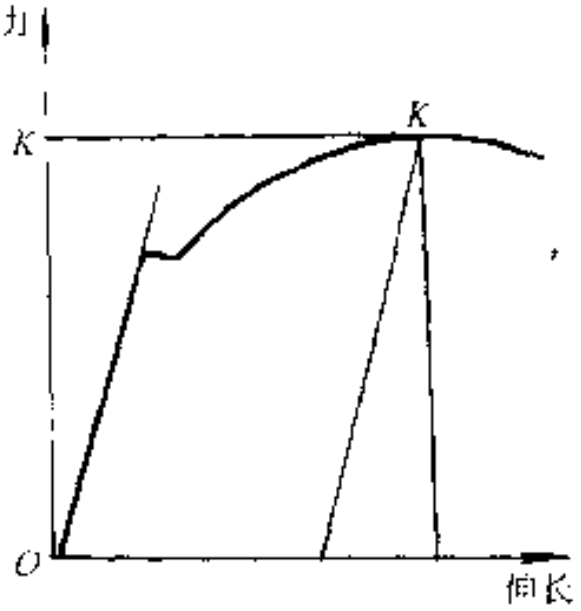


图 11-8　拉伸曲线(最大力 K)

断后标距 L_1 的测量：

①直测法。如拉断处到最邻近标距端点的距离大于 $L_0/3$ 时，直接测量标距两端点距离。

②移位法。如拉断处到最邻近标距端点的距离小于或等于 $L_0/3$ 时，则按下述方法测定 L_1：在长段上从拉断处 O，取基本等于短段格数，得 B 点，接着取等于长段所余格数（偶数，图 11-9，a）的一半，得 C 点；或者取所余格数（奇数，图 11-9，b）分别减 1 与加 1 的一半，得 C 和 C_1 点。移位后的 L_1 分别为：$AB+2BC$ 和 $AB+BC+BC_1$。

测量断后标距的量具其最小刻度值应不大于 0.1mm。

断后伸长率按下式算：

$$\delta=\frac{L_1-L_0}{L_0}\times 100\%$$

短、长比例试样的断后伸长率分别以符号 5δ、

10δ 表示。式中 L_0 为原标距长度。

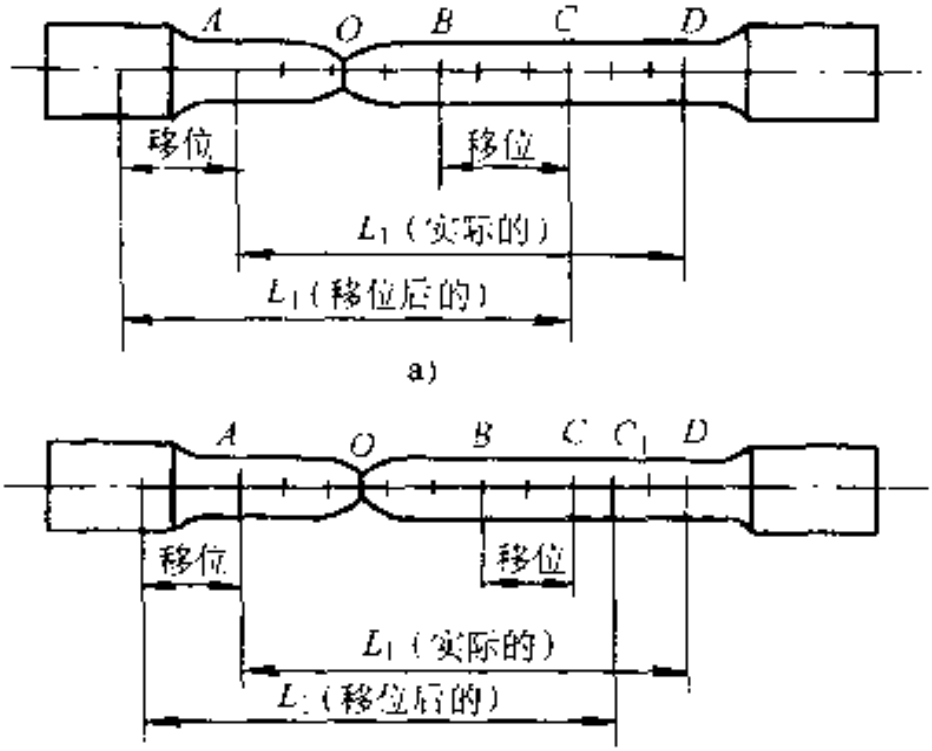


图 11-9 L_1 测量示意图

11.3.4 钢筋弯曲（冷弯）试验

（1）试验目的 检验钢筋承受规定弯曲角度的弯曲变形性能及显示其缺陷，作为评定钢筋质量的技术依据。

（2）采用标准 《金属弯曲试验方法》(GB232—1988)

（3）仪器设备 压力机或万能试验机。试验机应具备下列装置：

1）应有足够硬度的支承辊，其长度应大于试样

的直径。支辊间的距离可以调节。

2）具有不同直径的弯心，弯心直径由有关标准规定，其宽度应大于试样的直径。弯心应有足够的硬度。

（4）试样制备

1）试样的弯曲表面不得有划痕。

2）试样加工时，应去除剪切或火焰切割等形成的影响区域。

3）当钢筋直径大于 35mm 时，应加工成直径 25mm 的试样，或如图 11-10 加工成试样。并保留一侧原表面。弯曲试验时，原表面应位于弯曲的外侧。

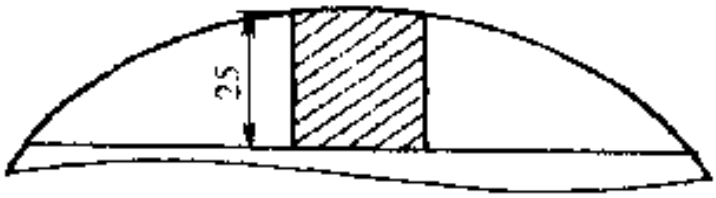


图 11-10　试样加工示意图

当钢筋试样直径小于 35mm 时，不需加工，直接试验；

若试验机能量允许时，直径不大于 50mm 的试样亦可用全截面的试样进行试验。

4）弯曲试样长度根据试样直径和弯曲试验装置而定，通常按下式确定试样长度（mm）

$$L = 5a + 150$$

a 为试样直径。

(5) 试验步骤

1) 根据钢材等级选择好弯心直径和弯曲角度；根据试样直径选择压头，调整试样支辊间距，按图11-11的条件进行弯曲。在作用力下的弯曲程度可分为下列三种类型：

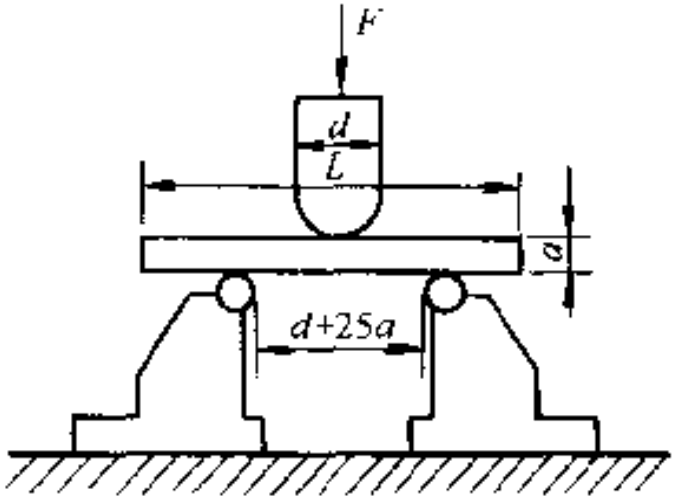


图 11-11 金属弯曲试验示意图一

①达到某种规定角度（α）的弯曲，见图11-12。

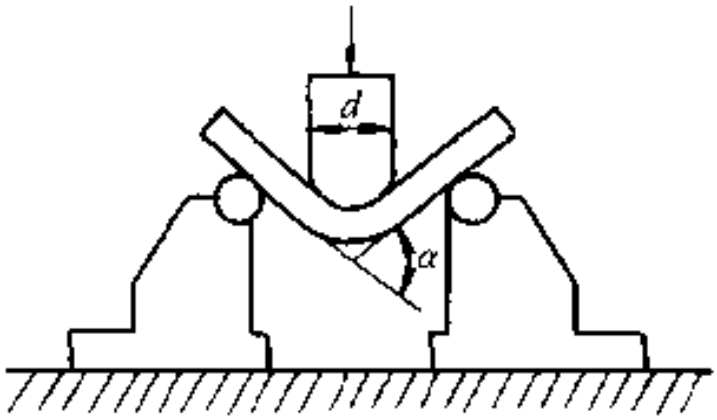


图 11-12 金属弯曲试验示意图二

②绕着弯心弯到两面平行的弯曲，见图11-13。

③弯到两面接触的重合弯曲，见图 11-14。

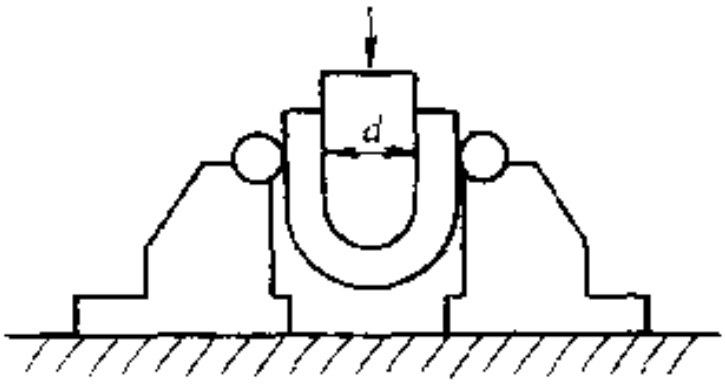


图 11-13　金属弯曲试验示意图三

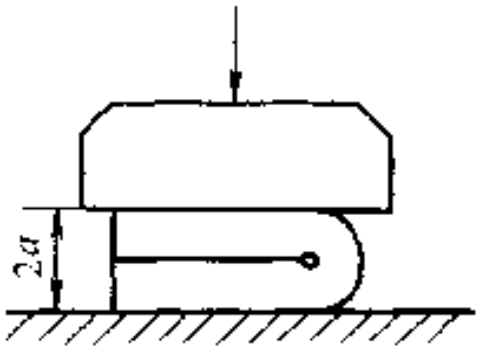


图 11-14　金属弯曲试验示意图四

2）注意事项

①试验时应在平稳压力作用下，缓慢施加试验力。

②弯心直径（d）必须符合有关标准的规定，弯心的宽度必须大于试样的直径。两支辊间距离为：$(d+2.5a)\pm 0.5a$，并且在试验中不允许有变化。

③重合弯曲时，应先将试件弯曲到图 11-12 或图 11-13 的形状，然后在平行面间继续以平稳的压力弯

曲到两面重合。两压板平行面的长度或直径应不小于试样重叠后的长度。

④试验应在 10～35℃下进行，在控制条件下，试验在 23±5℃下进行。

(6) 试验结果

1) 弯曲后，按有关标准规定检查试样弯曲外表面，进行结果评定。

2) 有关标准未作具体规定时，检查试样弯曲外表面，按以下 5 种试验结果评定方法进行，若无裂纹、裂缝或断裂，则评定试样合格。

①完好：试样弯曲处的外表面金属基体上无肉眼可见因弯曲变形产生的缺陷时称为完好。

②微裂纹：试样弯曲外表面金属基体上出现的细小裂纹，其长度不大于 2mm，宽度不大于 0.2mm 时称为微裂纹。

③裂纹：试样弯曲外表面金属基体上出现开裂，其长度大于 2mm，而小于等于 5mm；宽大于 0.2mm，而小于等于 0.5mm 时称为裂纹。

④裂缝：试样弯曲外表面金属基体上出现明显开裂，其长度大于 5mm，宽度大于 0.5mm 时称为裂缝。

⑤裂断：试样弯曲外表面出现沿宽度贯穿的开裂，其深度超过试样厚度的 1/3 时称为裂断。

11.4 石油沥青试验

11.4.1 石油沥青的取样方法

（1）同一批出厂、同一规格牌号的沥青以 20t 为一个取样单位，不足 20t 也作为一个取样单位。

（2）从每个取样单位的不同部位取 5 处洁净试样，每处所取数量大致相等，约 1kg 左右作为平均试样。

11.4.2 石油沥青针入度测定

（1）试验目的　测定石油沥青针入度，评定其粘滞性并依针入度值确定石油沥青的牌号。

（2）采用标准　《石油沥青针入度测定》(GB4509—1984)。

（3）主要仪器

1）针入度仪：其形状、构造如图 11-15 所示。其中支柱上有两个悬臂，上臂装有分度为 360°的刻度盘及活动齿杆，上下运动的同时，

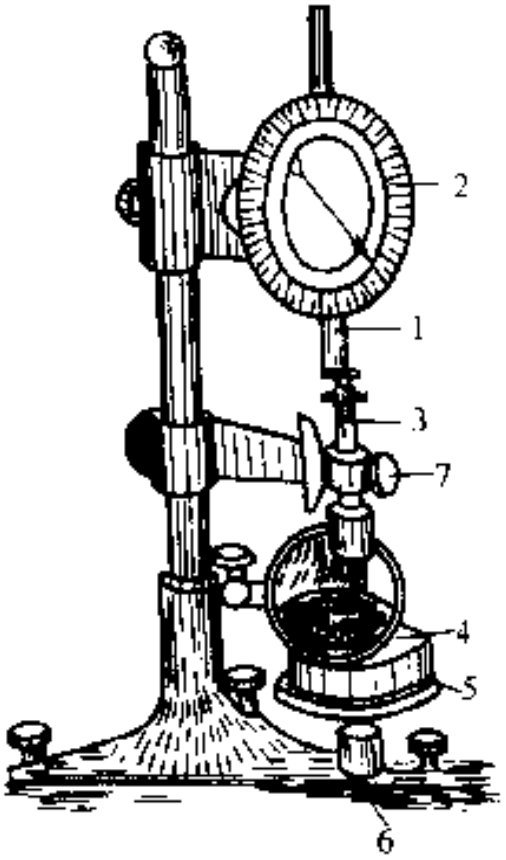


图 11-15　针入度测定仪

1—活动齿杆　2—刻度盘

3—针连杆　4—标准针

5—金属试样皿及玻璃皿

6—基座　7—按钮

使指针转动；下臂装有可滑动的针连杆（其下端安装标准针），并设有控制针连杆运动的制动按钮，基座上设有放置玻璃皿的可旋转的平台及观察镜。

2）标准针：由硬质淬火的不锈钢制成，形状见图 11-16。尺寸要求：长约 50mm，直径 1.00～1.02mm，针尖磨成圆锥体，其角度为 8°40′～9°40′。

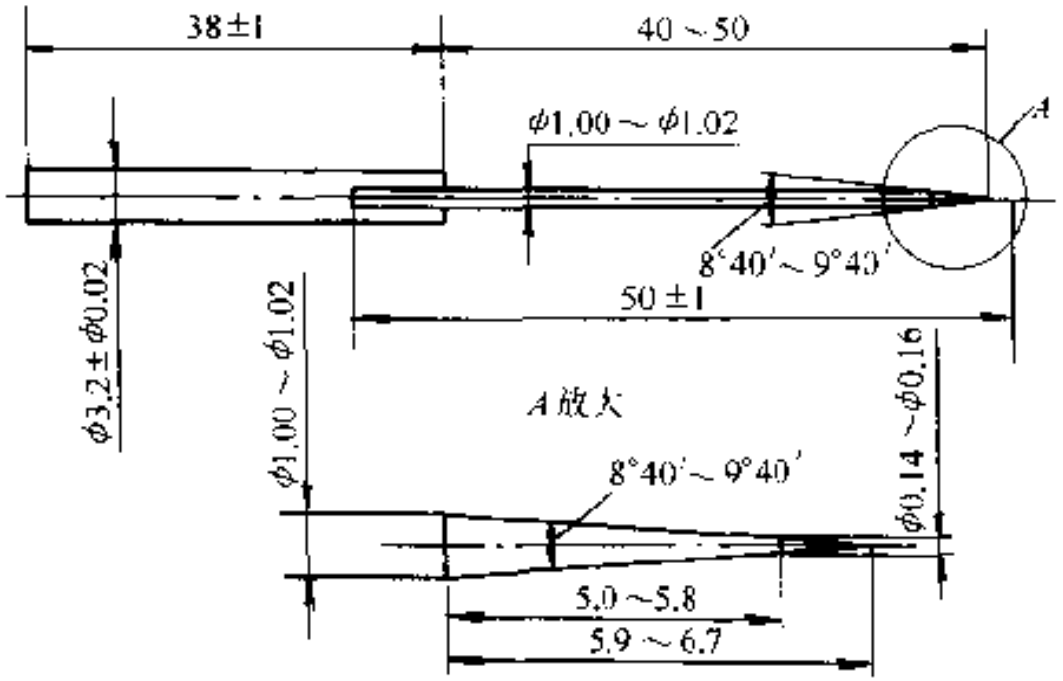


图 11-16　针入度标准针

3）试样皿：金属圆柱形平底容器。

针入度小于 200 时，试样皿内径 55mm。内部深度为 35mm；针入度在 200～350 时，选内径 70mm，深为 45mm。

4）平底玻璃皿：容量不小于 0.5L，深不少于

80mm。内设一个不锈钢三腿支架。

5）其他：恒温水浴，秒表、温度计，金属皿或瓷柄皿，孔径为0.3～0.5mm的筛，砂浴或可控制温度的密闭电炉。

（4）试样制备

1）将预先除去水分的试样在砂浴或密闭电炉上加热，并搅拌；加热温度不得超过估计软化点100℃，加热时间不得超过30min。用筛过滤除去杂质。

2）将试样倒入试样皿中，使其在15～30℃的空气中冷却1～2h。然后将试样皿移入维持在规定试验温度的恒温水浴中，恒浴1～2h。水浴时，水面应高于试样表面25mm以上。

（5）试验步骤

1）调整计入度仪至水平，检查针连杆自由活动的情况，并将用甲苯或其他适宜的溶液擦净的标准针固定在针连杆上，按试验条件放法码。

2）到恒温时间后，取出试样皿将其放入水温为25℃的平底玻璃皿中的三腿支架上，水面应至少高出试样10mm。

3）将试样连同玻璃皿置于针入度的平台上。

4）调节针连杆，使针尖刚好与试样表面接触。调整活动齿杆与外连杆顶端相接触，并调至刻度盘指

针指零。然后紧压按钮同时启动秒表，使标准针自由插入沥青试样中，经5s，松开按钮使针停止插入。

5）再调节活动齿杆与外连杆顶端相接触，此时刻度盘指针的读数，即为试样的针入度。

6）同一试样重复测定至少3次，各测定点之间及测定点与试样皿边缘之间的距离不应小于10mm。每次测定前应将平底玻璃皿放入恒温水浴。每次测定换一根干净的针或取下针用苯或其他溶剂擦干净，再用干净布擦干。

7）测定针入度大于200的沥青试样时，至少用3根针，每次测定后将针留在试样中，直至3次测定完成后，才能把针从试样中取出。

（6）试验结果

1）取三次测定针入度的平均值，取至整数，作为试验结果。三次测定值相差不应大于下列数值：

针入度：0～49　50～149　150～249　250～350

最大差值：2　4　6　10

若差值超过上述数值，应重做试验。

2）关于试验的重复性与再现性的要求见表11-2。

表11-2　试验的重复性与再现性

试样针入度，25℃	重复性	再现性
<50	不超过2单位	不超过4单位
≥50	不超过平均值的4%	不超过平均值的8%

11.4.3 石油沥青延度测定

（1）试验目的　测定延度可以了解石油沥青的塑性并作为确定牌号的依据。

（2）采用标准　《石油沥青延度测定法》(GB4508—1984)。

（3）主要仪器

1）延度仪（见图 11-17）：开动时应无明显振动，拉伸速度为 5±0.5cm/s。

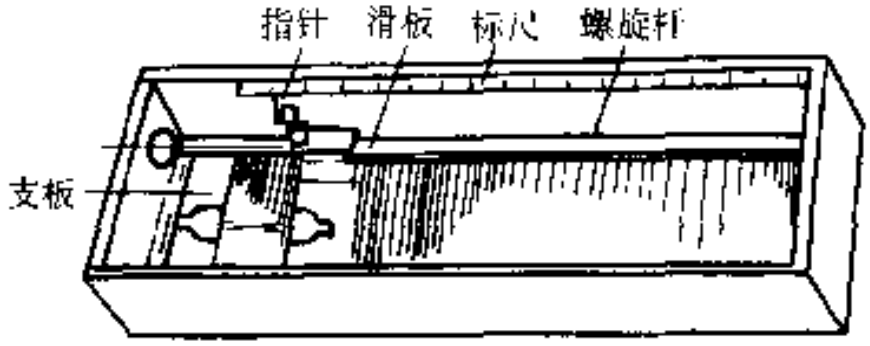


图 11-17　沥青延度仪

2）试件模具（见图 11-18）：由两个端模和两个侧模组成。

3）其他：水浴，瓷皿或金属皿、温度计、筛、砂浴或可控制温度的密闭电炉、隔离剂等。

（4）试样制备

1）用甘油滑石粉隔离剂（甘油∶滑石粉为 2∶1，以质量比计）均匀地涂于磨光的金属试板及试模内表面。

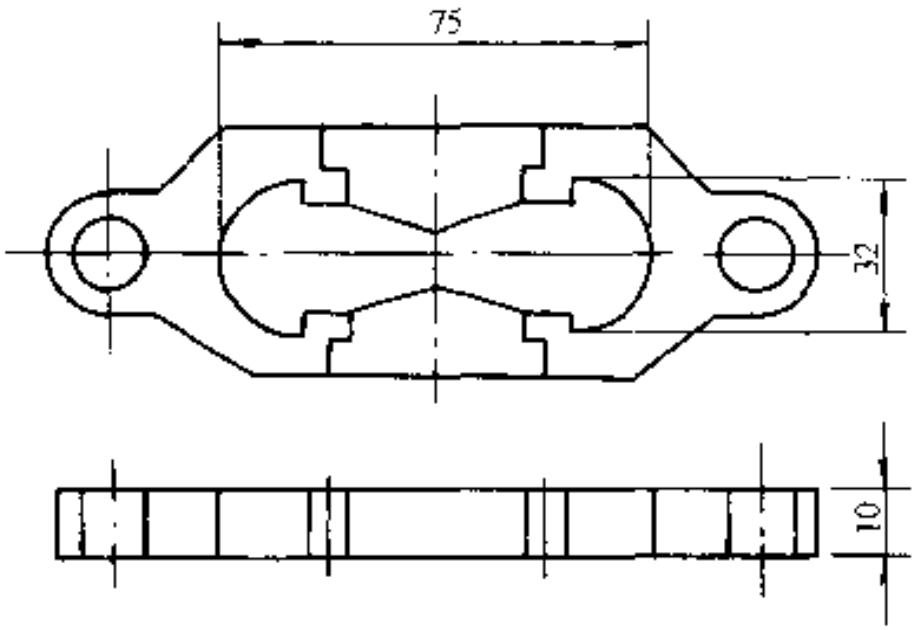


图 11-18　延度仪模具

2）将预先除去水分的沥青试样加热，加热温度不得超过估计软化点 100℃。然后过筛，充分搅拌，排除气泡。将沥青呈细流状，自模的一端至另一端，往返注入，至注满并略高出试模为止。

3）将注好的试样在 15～30℃空气中冷却 30min，然后放入 25±0.1℃的水浴中，保持 30min 后取出，用热刀将高出试模部分的沥青自模的中间刮向两边，至沥青面与模面齐平光滑为止。将试件连同金属板再浸入 25±0.1℃的水浴中 $1\sim1\frac{1}{2}$h。

（5）试验步骤

1）检查延度仪拉伸速度是否符合要求，移动滑板使其指针对准标尺的零点保持水槽中水温为 25±

0.5℃。

2）将试件取出移至延度仪水槽中，将试件两端的孔分别套在滑板及槽端的金属柱上，槽中水深应高出试样表面25mm左右，然后去掉测模。

3）开动延度仪，以5cm/s的速度拉伸试样，并观察试样延伸情况。如发现沥青细丝浮于水面或沉入槽底时，则应在水中加入乙醇或食盐水调整水的密度至与试样密度相近，再进行测定。

4）试样拉断时指针所指标尺上的读数，即为试样的延度，以cm表示。

（6）试验结果

1）在正常情况下，试样拉断后应呈锥尖状，实际横断面为零。如不能得到上述结果则应报告在此条件下无测定结果。

2）取平行测定三个结果的平均值作为测定结果。在三个测值中，若有一个值小于平均值5%时，应将此值舍弃，取其中两个较高值的平均值作为测定结果。

3）两次试验结果之差，重复性试验不应超过平均值的10%；再现性不应超过平均值的20%。

11.4.4 软化点测定

（1）试验目的　软化点的测定，主要了解沥青的温度稳定性，并作为评定沥青牌号的依据。

（2）采用标准　《石油沥青软化点测定法》(GB4507—1984)。

（3）主要仪器

1）软化点测定仪（见图 11-19）：包括烧杯、支架、试样环、钢球、钢球定位器和温度计组成。

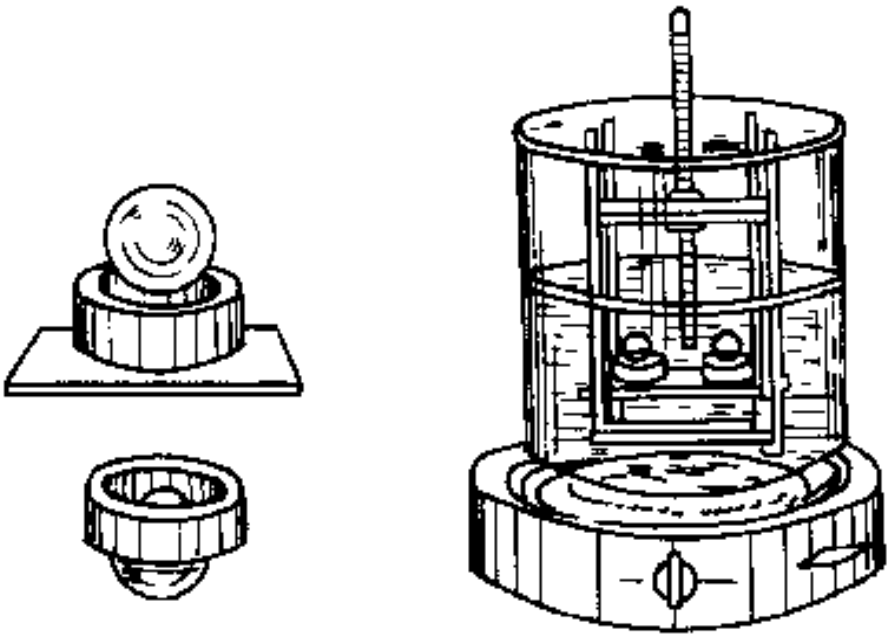


图 11-19　软化点测定仪

①钢球。直径 9.53mm，质量为 3.50±0.05g；

②铜制试样环及钢球定位器。

③支架。由上、中及下承板和定位套组成。中承板有三个孔，中间孔用以插温度计，其余孔安置试样环。环的下边缘距下承板为 25.4mm。其距离由定位套保证。三块板由长螺栓固定在一起。

2）其他：电炉及其他加热器、金属板、刀、筛、温度计。

（4）试样制备

1）将试样环放在涂有甘油滑石粉隔离剂的金属板或玻璃板上。

2）将预先脱水的试样加热熔化，加热温度不得超过估计软化点100℃，加热时间不超过30min，搅拌，用筛过滤。

3）将沥青注入试样环内至略高出环面为止。在15～30℃的空气中冷却30min后，用热刮刀刮去高出环面的试样，使表面齐平。

4）估计软化点不高于80℃的沥青，将试样环和金属板放在水温为5±0.5℃的保温槽中恒温15min；估计软化点高于80℃的沥青，将试样环及金属板放在盛有温度为32±1℃的甘油保温槽中恒温15min。钢球也应同条件恒温15min。

（5）试验步骤

1）将盛有沥青试样的两个铜环置于环架中承板的圆孔中，并套上钢球定位器。将温度计由上承板中心孔垂直插入，使水银球底部与铜环下面齐平。

2）在测定仪的玻璃杯中注入新煮沸并冷却至5±0.5℃蒸馏水，如估计沥青软化点超过80℃，则应注入预热至32℃的甘油。然后将装好试样的整个环架放在烧杯中，调整水面或甘油液面至深度标记，恒温15min。

3）将每个试样中心放一个钢球，然后将烧杯置于加热器上加热，使烧杯内水或甘油温度在3min后保持每分钟上升5±0.5℃，在整个测定中如温度的上升速度超出此范围时，则试验应重做。

（6）试验结果

1）试样受热软化下坠至与下承板面接触时的温度即为试样的软化点。取平行测定两个结果的算术平均值作为测定结果。

2）重复测定两个结果间的差数不得大于下列规定：

软化点/℃	允许差数/℃
<80	1
80～100	2
100～140	3

3）再现性：同一试样由两个试验室各自提供的试验结果之差不应超过5.5℃。

● ISBN 7-111-10834-5/TU·192

封面设计／电脑制作：饶薇

建筑工程项目施工六大员实用手册

- 安全员
- 材料员
- 机械员
- 施工员
- 预算员
- 质量员

ISBN 7-111-10834-5



9 787111 108344 >

定价：16.00 元

地址：北京市百万庄大街22号　邮政编码：100037
销售电话：(010) 68326294　网址：http://www.cmpbook.com
E-mail:cmpbook@public.bta.net.cn