

安徽省建筑石料用矿地质勘查技术要求

安徽省自然资源厅

目 次

前言.....	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语.....	1
4 地质勘查任务.....	2
4.1 勘查目的.....	2
4.2 勘查任务.....	2
5 勘查研究程度.....	2
5.1 地质研究.....	2
5.2 矿石质量研究.....	3
5.3 矿石加工技术性能研究.....	4
5.4 矿床开采技术条件研究.....	4
5.5 综合勘查、综合评价.....	4
6 勘查控制程度.....	4
6.1 勘查类型划分.....	4
6.2 勘查工程间距确定.....	4
6.3 勘查手段与勘探线布设要求.....	5
6.4 勘查控制程度要求.....	5
7 勘查工作及质量要求.....	5
7.1 地形测量、工程测量.....	5
7.2 勘探线地质剖面测量.....	5
7.3 地质填图.....	5
7.4 水文地质、工程地质、环境地质工作.....	6
7.5 矿体覆盖层及风化层等厚线图编制.....	6
7.6 探矿工程.....	6
7.7 样品采集与测试.....	6
7.8 原始地质编录、资料综合整理和报告编制.....	7
7.9 绿色勘查工作.....	7
8 可行性评价工作.....	7
9 矿产资源/储量估算.....	8
9.1 工业指标.....	8
9.2 资源储量估算一般原则.....	8
9.3 资源储量类型.....	8
9.4 资源储量估算参数的确定.....	8
9.5 资源储量估算结果表.....	8

附录 A（资料性附录）矿产资源/储量规模划分标准.....	9
附录 B（资料性附录）勘查类型与勘查工程间距.....	10
附录 C（资料性附录）一般工业要求.....	12
附录 D（资料性附录）	14
附录 E（资料性附录）测试项目及试验方法.....	23
附录 F（资料性附录）建筑石料放射性核素限量.....	31
参 考 文 献.....	32

前 言

本标准按照 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准首次发布。

本标准起草单位：中国建筑材料工业地质勘查中心安徽总队、安徽省矿产资源储量评审中心。

本标准主要起草人：詹建华、胡 甦、王 依、姜 波、王朝义、王晓明、郝文俊、张 徐、邵 蔚、
祁轶宏、霍立新、冯书文、王超峰、殷张明。

本标准由安徽省自然资源厅负责解释。

安徽省建筑石料用矿地质勘查技术要求

1 范围

本标准规定了建筑石料矿产勘查目的任务、勘查研究和勘查控制程度、勘查工作及质量要求、矿产资源/储量估算等方面的要求。

本标准适用于安徽省域范围内的建筑石料矿产勘查。可作为建筑石料地质勘查野外验收、成果验收、评审的依据；还可作为建筑石料矿山资源储量核实工作的依据。

2 规范性引用文件

下列文件对本标准的应用是必不可少的。凡是注日期引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡不注日期最新版本（包括所有修改单）适用于本标准。

GB 6566	建筑材料放射性核素限量
GB 12719	矿区水文地质工程地质勘探规范
GB/T 13908	固体矿产地质勘查规范总则
GB/T 14684	建设用砂
GB/T 14685	建设用卵石、碎石
GB/T 17766	固体矿产资源/储量分类
GB/T 18341	地质矿产勘查测量规范
GB/T 25283	矿产资源综合勘查评价规范
GB/T 33444	固体矿产勘查工作规范
DZ/T 0033	固体矿产勘查/矿山闭坑地质报告编写规范
DZ/T 0078	固体矿产勘查原始地质编录规程
DZ/T 0079	固体矿产勘查地质资料综合整理综合研究技术要求
DZ/T 0130	地质矿产实验室测试质量管理规范
DZ/T 0227	地质岩心钻探规程
T/CMAS 0001	绿色勘查指南

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

建筑石料

可加工成不同粒级的碎石、机制砂、块石等建筑用的天然岩石。

3.2

碎石

天然岩石经机械破碎、筛分制成的，粒径大于 4.75mm 的岩石颗粒。

3.3

机制砂

经除土处理,由机械破碎、筛分制成的粒径小于 4.75mm 岩石颗粒。

3.4

坚固性

碎石在自然风化和其他外界物理化学因素作用下抵抗破碎的能力。

3.5

碱集料反应

水泥、外加剂等混凝土组成物及环境中的碱与石料（包括碎石、机制砂）中的碱活性矿物在潮湿环境下缓慢发生并导致混凝土开裂破坏的膨胀反应。

4 地质勘查目的任务

4.1 勘查目的

通过查明矿床地质特征，评价矿产资源的开发利用价值，为矿山建设规划、设计提供矿产资源/储量和开采技术条件等必需的资料。

建筑石料矿产勘查分为踏勘选点和地质勘查两个步骤，一次勘查完成。

4.2 勘查任务

4.2.1 踏勘选点

通过路线调查，选择地质条件简单、开采技术条件简单以及开采对环境的影响小的区域，还要根据砂石行业绿色矿山建设要求，充分考虑矿山闭坑后的修复治理和土地复垦条件，按照不低于新建矿山规模和服务年限的要求，合理划定勘查区范围。

为了解建筑石料质量，一般应采集少量代表性样品进行测试，在质量符合要求后再行勘查。附近有同类岩石的开采利用矿山或有岩石质量测试数据可以类比的，可不采样。

4.2.2 地质勘查

通过对矿业权范围或踏勘选点阶段划定的勘查区范围，采用地质填图、勘探线地质测量，槽探和钻探等取样工程，大致查明勘查区地层、构造、岩浆岩和变质岩等地质特征，基本查明矿体形态、产状、规模和矿石质量特征，大致查明覆盖层和风化层的分布范围、厚度，基本查明矿床开采技术条件，进行可行性评价概略研究，为可行性研究和矿山建设提供依据。

5 勘查研究程度

5.1 地质研究

5.1.1 成矿地质条件

收集与勘查区成矿有关的区域地层、构造、岩浆岩、变质岩及矿产资料，研究成矿地质背景，大致查明成矿地质条件。

5.1.2 矿床地质

5.1.2.1 地层

踏勘选点阶段应初步了解含矿层位、岩性、空间分布。

地质勘查阶段应大致查明地层层序、含矿层位、岩性、空间分布。对沉积和层控矿床要研究含矿层位的岩性组合、物质组成，以及沉积环境与成矿关系。

5.1.2.2 岩浆岩

踏勘选点阶段应初步了解岩浆岩种类、形态、其空间分布及与矿体的关系。

地质勘查阶段应大致查明岩浆岩种类、期次、形态、规模、矿物成分和化学成分、延伸情况及变化规律，研究后期岩浆作用对矿体的破坏程度和对矿石质量的影响。

5.1.2.3 变质岩

踏勘选点阶段应初步了解变质岩类型、空间分布及与矿体的关系。

地质勘查阶段应大致查明变质岩类型、形态、规模、产状、矿物成分和化学成分、分布规律，研究变质作用的性质、范围以及与成矿的关系。

5.1.2.4 地质构造

踏勘选点阶段应初步了解主要地质构造的性质、规模、产状及分布范围。

地质勘查阶段应大致查明主要地质构造的性质、形态、规模、产状及分布范围，研究构造对矿床的破坏程度及对矿石质量的影响。

5.1.2.5 风化层

踏勘选点阶段应初步了解矿床风化层的厚度及分布范围。

地质勘查阶段应大致查明矿床风化层的厚度、分布范围，研究风化物种类和矿物组成。当风化层分布面积较大，厚度大于 2m 时，应研究厚度变化规律，编制矿床风化层等厚线图。

5.1.2.6 覆盖层

踏勘选点阶段应初步了解覆盖层分布与厚度。

地质勘查阶段应大致查明矿床覆盖层的分布规律、厚度变化，研究覆盖层的种类、矿物组成和化学成分。当覆盖层分布面积较大，厚度大于 2m 时，应研究厚度变化规律，编制矿床覆盖层等厚线图。

5.1.2.7 岩溶

踏勘选点阶段应初步了解矿体中岩溶的形态、规模及分布范围。

地质勘查阶段应基本查明矿体中岩溶的形态、规模、分布范围，研究岩溶发育层位、地段、程度，及其对资源储量估算和开采的影响。

5.1.3 矿体地质

踏勘选点阶段应初步了解矿体产状、厚度、分布范围及规模。

地质勘查阶段应基本查明矿体分布范围、数量、产状、厚度、规模。大致查明矿体的岩性、矿物组成、矿石类型及赋存规律；大致查明矿体中的夹石（层）、顶底板围岩的岩性、厚度、分布范围。

5.2 矿石质量研究

踏勘选点阶段应初步了解矿石矿物成分、物理性能等情况。

地质勘查阶段应基本查明矿石的结构、构造、矿物组成、化学成分，基本查明矿石中杂质的种类、形态、大小、数量，基本查明矿石质量沿走向、倾向及厚度上的变化特征，划分矿石自然类型并研究其分布情况，对矿石的主要物理性能进行测试和评价，评价矿石的放射性水平。对矿石质量有特殊要求的，应增加相关测试和评价。

5.3 矿石加工技术性能研究

地质勘查阶段应进行矿石加工技术性能研究，做出是否能够作为建筑石料的评价。对矿床附近有类比条件的可以类比评价。

应根据投资者需求进行碎石轧制试验。轧制试验项目可包括颗粒分析、表观密度、堆积密度、云母含量、石粉含量、泥块含量、有机质含量、颗粒分析、软弱颗粒含量、针片状颗粒含量、吸水率、坚固性、压碎指标等。

5.4 矿床开采技术条件研究

5.4.1 矿床水文地质条件研究

地质勘查阶段应分析研究区域水文地质资料，基本查明矿床的含（隔）水层、构造破碎带、风化层、岩溶发育带的水文地质特征、发育程度和分布规律。调查勘查区及其附近地表水体和当地最高洪水位，调查未来采场地表汇水边界和自然排水条件，计算采矿场最大汇水量；若凹陷开采，应计算每个水平的矿坑涌水量；研究可供利用的供水水源的水质、水量和利用条件，指出供水水源方向。

5.4.2 矿床工程地质条件研究

地质勘查阶段收集分析区域工程地质资料，划分矿床工程地质岩组；基本查明构造、岩溶的发育程度、分布规律和岩石风化程度、软弱夹层分布规律及其工程地质特征；基本查明矿石开采影响范围内岩石、矿石稳固性和露天采矿场边坡稳定性；预测矿床开发可能发生的主要工程地质条件的复杂程度。

5.4.3 矿床环境地质条件研究

地质勘查阶段应搜集环境地质及地震地质资料，基本查明矿区环境地质条件。调查了解矿区及相邻地区地质灾害和环境地质现状，对矿床开采可能影响的环境地质问题，应进行预测评述，提出防治意见和建议。评述矿床开采与矿石加工、剥离物堆放等对植被破坏、土地资源损毁、水体污染、粉尘污染等自然生态环境的影响程度，并提出防范建议。

5.5 综合勘查、综合评价

地质勘查阶段对可能具有工业价值的共生、伴生矿产，应大致了解其赋存特点及经济综合利用的可能性，应根据资源开发利用政策、市场需求和矿产开发的各种因素，对有利用价值的覆盖层和风化层等进行利用研究与评价。综合勘查、综合评价应按照 GB/T 25283 执行。

6 勘查控制程度

6.1 勘查类型划分

6.1.1 应根据矿床中占 70%以上资源/储量的主矿体（一个或几个矿体）的地质特征来确定勘查类型。勘查类型划分主要依据矿体规模、矿体内部结构、矿体厚度稳定程度、构造与岩溶发育程度、覆盖层发育程度等因素，划分为 I 类型和 II 类型共两个勘查类型。由于地质因素的复杂性，允许有过渡类型存在。

6.1.2 当不同的主矿体或同一主矿体的不同地段，其地质特征和勘查程度差别很大时，可按区段分为不同的勘查类型。

勘查类型划分的主要因素和矿床勘查类型参见附录 B 表 B.1。

6.2 勘查工程间距确定

工程间距是指相邻勘查工程控制矿体的实际距离，其间距应根据反映矿床地质条件复杂程度的勘查

类型来确定，工程间距通常采用与同类矿床类比的办法确定。也可根据已完工的勘查成果，运用地质统计学的方法确定。具体要求参见附录 B 表 B. 2。

6.3 勘查手段与勘探线布置要求

6.3.1 勘查手段

应以地质填图、剥土、探槽、浅井等地表采样工程为主要手段，深部少量岩心钻探工程验证矿体延深和矿石质量。

6.3.2 勘探线布置要求

6.3.2.1 勘探线布置应垂直主矿体（层）的走向，产状不明时应垂直于山脊线总体走向。还应充分考虑勘查区地形地貌特征，主干勘探线宜处于相对高处。

6.3.2.2 地质勘查阶段的勘探线原则上不宜少于 3 条。

6.3.2.3 采用地表工程揭露和圈定覆盖层和风化层的，不受勘探线方向和间距的限制。

6.3.2.4 勘探线布置应充分考虑未来矿山开采布局，最大限度的减少矿山开采终了时周边出现高陡边坡，提高资源利用率。

6.4 勘查控制程度要求

一般应首先控制勘查范围内矿体的总体分布范围、相互关系，对矿体四周的边界和采场底部矿体的边界应有工程控制，对地表出露矿体可根据控制工程适当外推。对破坏矿体和影响开采较大的构造、岩溶等的产状、规模，以及覆盖层和风化层的分布范围、厚度等要有适当的工程控制。

控制的经济基础储量（122b）应有地表采样工程和钻探工程验证，其数量占总资源储量比例不应少于 50%，还应达到矿山最低服务年限和满足矿山首期建设设计返还本息的要求。推断的内蕴经济资源量（333）应有少量地表采样工程控制。

7 勘查工作及质量要求

7.1 地形测量、工程测量

平面坐标系采用 2000 国家大地坐标系。地形测量为正测，测量范围和比例尺应满足地质填图、资源储量估算和开发利用的需要，图幅边廓应尽量规整。比例尺一般为 1:2000-1:5000，比例尺的选择适当考虑地形复杂程度；如勘查区面积较小时，也可采用 1:1000 比例尺。与资源储量估算相关的各种地质剖面、探矿工程、矿体均应采用仪器法进行测量。测量精度和技术要求应按照 GB/T 18341 执行。

7.2 勘探线地质剖面测量

实测勘探线剖面是为了解区内地层分布、层序、产状和岩石类型，侵入岩种类、分布、岩性，变质岩分布、岩性。比例尺 1:500-1:1000。详细记录地形变化及基岩出露情况，岩石风化与覆盖层发育程度，工程揭露地段与样品采集位置等。要反映地质界线，矿体中夹石（层）和构造破碎带的产状、规模、岩性。当地质界线被覆盖时应予揭露，确保地质剖面内容完整。地质剖面精度应符合有关规范要求。

7.3 地质填图

地质填图是研究勘查区内地层、岩石（沉积岩、岩浆岩、变质岩）、构造、风化层与覆盖层等地质体特征。矿区地质图的比例尺一般为 1:2000-1:5000；如勘查区面积较小时，也可采用 1:1000 比例尺。详细记录夹石（层）、构造破碎带、风化层与覆盖层的分布、产状，以及对矿体的影响，并予以圈定。

7.4 水文地质、工程地质、环境地质工作

水文地质、工程地质、环境地质的工作方法、内容及技术要求，应按照 GB 12719 等相关规范执行。

7.5 矿体覆盖层及风化层等厚线图编制

当矿体覆盖层、风化层厚度大于 2m 时，在地质测量的同时编制矿床覆盖层、风化层等厚线图。根据风化层与覆盖层的实际情况，可将覆盖层及风化层等厚线图合并。图件的比例尺与矿床地形地质图相同，也可与矿床地形地质图合并。

7.6 探矿工程

7.6.1 探槽、浅井

用于揭露浅部矿体、构造和重要地质界线。覆盖层小于 3m 时，一般采用剥土、探槽；覆盖层大于 3m 时，可采用取样钻或浅井。深度一般应穿过中风化或弱风化带，以达到新鲜基岩内采样为准。

7.6.2 钻探

岩心钻探钻孔以能满足地质编录和采样需要，达到预期探矿目的为准。矿心（包括矿体中的夹石）采取率按连续 8m 计算不低于 80%，并应保证矿心结构面磨损小，矿心完整程度高。岩心采取率不低于 70%。钻孔口径不小于 75mm。钻探工作及质量要求应按照 DZ/T 0227 执行。

7.7 样品采集与测试

7.7.1 样品采集

岩矿鉴定样、化学分析样、体积质量样、矿石质量指标样的采集，一般应同时采自同一位置的同种岩性。进行岩心钻探的，还应采集岩心样品。

7.7.2 岩矿鉴定样

按照不同类型分别采集代表性岩石和矿石样品，样品规格为 3cm×6cm×9cm。研究岩石和矿石的结构、构造、矿物成分及其共生关系等，重点研究岩矿石中碱活性矿物、硫酸盐矿物、硫化物矿物的种类、数量，为碱集料反应试验和 SO₃ 测定提供基础资料。用作机制砂的岩石，还要提供云母和泥质物的大致含量。

7.7.3 化学分析样

按照工程和矿石类型采集矿石化学分析样品。地表山地工程宜采用刻槽法取样，样槽规格（3cm×2cm）～（5cm×10cm）；钻探矿心宜采用 1/2 切（锯）心法取样。分析项目为硫化物和硫酸盐含量，分析方法按照 GB/T 14685 执行。每个矿石类型应采取不少于 1 件样品进行化学全分析，分析项目：CaO、MgO、K₂O、Na₂O、SiO₂、Al₂O₃、Fe₂O₃、FeO、SO₃、P₂O₅、Cl⁻、TiO₂、烧失量，了解其各种组分及含量。

7.7.4 体积质量样

通常要求每种矿石类型的小体积质量样品数量不少于 30 件，并在矿体中分布均匀，采集应有代表性。样品体积一般为 60 cm³~120 cm³。试样采取后，应称重、密闭于专用器具或以纸包好并在野外用腊封好，保持自然湿度，立即测定或送交试验单位。体积质量测试时应同时进行湿度测定，当湿度 > 3% 时应进行湿度校正。多孔隙（裂隙）矿石应采集不少于 3 个大体积质量样（体积一般不小于 0.125m³），用于校正小体积质量值。

7.7.5 物理性能样

7.7.5.1 抗压强度样（水饱和）

一般按照矿体厚度 5-20m 在地表工程和钻探工程中的新鲜基岩中采集一组。立方体试件规格为 50mm×50mm×50mm，圆柱体试件规格为 $\Phi 50\text{mm}\times 50\text{mm}$ 。根据工程地质研究的需要，对夹层和近矿围岩分别采集代表性样测试抗压强度。样品试验方法应按照 GB/T 14685 执行。

7.7.5.2 压碎指标样与坚固性样

按照矿石类型不同分别采集代表性矿石样品、测试。通过连续捡块取样或按照矿体厚度 5-20m 采集后组合在一起。样品采集规格、数量及试验方法应按照 GB/T 14684 和 GB/T 14685 执行。

7.7.6 碱集料反应样

按照矿石类型不同分别采集代表性矿石样品。岩相法评定为碱活性或可疑时，作碱集料反应试验。样品采集规格、数量及试验方法应按照 GB/T 14684 和 GB/T 14685 执行。

7.7.7 放射性样

按照岩石类型（除碳酸盐）的不同分别采集代表性样品、测试。每类岩石采集不少于 1 件代表性样品。样品采集、试验方法和检验结果判定应按照 GB 6566 执行。

7.7.8 加工技术性能试验样

在具有代表性的试采点中采样、测试。测试样品的规格和数量按照有试验资质单位的要求采取。

7.8 原始地质编录、资料综合整理和报告编制

实测地质剖面、地质填图、探槽、钻孔、采样等编录工作应在现场及时进行，形成的原始资料应达到真实、客观、完整的要求。原始地质编录和野外资料整理的工作方法、程序及技术要求应按照 DZ/T0078 执行。

野外地质资料综合整理和勘查过程中综合研究工作应按照 DZ/T0079 执行。

勘查报告编写应按照 DZ/T 0033 执行。

7.9 绿色勘查工作

矿产勘查工作应将绿色发展和生态环境保护要求贯穿于勘查设计、施工、验收的全过程，勘查工作布置和施工应合理避让生态环境敏感地段，应及时进行场地平整和土地复垦。若浅钻、便携式钻探、水平钻等勘查手段能够代替槽探达到勘查目的，应尽可能不用或少用槽探工程。

绿色勘查工作和质量要求应按照 T/CMAS 0001 执行。

8 可行性评价工作

勘查报告编写时，一般只进行概略研究。

通常应收集分析建筑石料市场供需、市场价格及产品竞争力，了解勘查区经济及外部建设条件概况。分析已取得的地质资料，评价矿床开采的内部建设条件。类比已知矿床，预测未来矿山生产规模、服务年限及产品方案，预计的开采与开拓方式、采矿方法、矿石加工方法及工艺流程等，结合矿区的自然经济条件、生态环境保护要求等，采用类似企业的技术经济指标或按扩大指标对矿床做出技术经济评价。

9 矿产资源/储量估算

9.1 工业指标

工业指标包括矿石质量要求和矿床开采技术条件两部分。矿石质量要求的主要内容有：矿石的物理性能要求、化学成分要求和放射性水平要求；矿床开采技术条件要求有：可采厚度、夹石剔除厚度、最低开采标高、露天采矿场最终边坡角、露天采矿场最小底盘宽度、剥采比和爆破安全距离等。

一般工业指标见附录 C。

9.2 资源储量估算一般原则

9.2.1 资源储量估算范围应在矿业权或自然资源主管部门划定的范围内，需绘制矿业权或划定范围与资源储量估算范围叠合图，并标注拐点编号、坐标以及资源储量估算面积和标高，矿业权或划定范围内未估算资源储量部分应说明资源赋存情况或勘查情况。

9.2.2 资源储量估算应通过地质特征的综合分析研究，根据矿体赋存规律，按照具体矿床工业指标或一般工业指标圈定矿体的前提下进行估算。资源储量估算依据的各项勘查工作成果的质量，应符合有关规范规程的要求。

9.2.3 资源储量估算一般采用断面法或地质块段法等估算方法。一般应对主矿体（层）资源储量估算结果采用另一种估算方法进行验证，并根据验证结果评述资源储量估算的可靠性。

9.2.4 当矿体中岩溶率大于 3% 时，应对其资源储量进行校正。

9.2.5 参与资源储量估算的参数应真实、准确、具有代表性。一般应根据实测数据确定。

9.2.6 资源储量估算应按照矿体、矿石工业类型和资源储量类型等分别估算矿石量，统计全矿床资源储量。估算单位为 10^4m^3 (10^4t)。

9.2.7 覆盖层、风化层、矿体中夹石（层）和破碎带应分别估算体积，估算单位为 10^4m^3 。

9.3 资源储量类型

9.3.1 控制的经济基础储量（122b）

圈定了矿体三维形态，能够较有把握地确定矿体连续性。地质勘查工作已基本查明了矿床地质特征、矿石质量、开采技术条件。估算的储量可信度较高，未扣除设计、采矿损失量。

9.3.2 推断的内蕴经济资源量（333）

地质可靠程度为推断的，为少量地表工程控制或者控制的经济基础储量的外推部分，其可信程度低。

9.4 资源储量估算参数的确定

参与资源储量估算的各项参数应准确、具代表性，一般包括矿体圈定的面积、厚度、体积质量等。面积应是实际测定的，体积质量一般采用小体积质量样测定结果的平均值求得。

9.5 资源储量估算结果表

地质勘查阶段对所求的资源储量进行分类、估算。资源储量估算工作结束后，以表格形式表示各类资源储量及其矿石质量。

附录 A
（资料性附录）
矿产资源/储量规模划分标准

建筑石料矿产资源/储量规模划分标准见表 A. 1。

表 A. 1 矿产资源/储量规模划分标准表

单位	规 模				
	大型	中型	小型	小矿	零星资源
矿石 (10^4m^3)	≥ 5000	1000-5000	200-1000	40-200	< 40

附录 B
(资料性附录)
勘查类型划分与勘查工程间距

B.1 影响勘查类型划分的主要地质因素变化分级

B.1.1 矿体规模

B.1.1.1 大中型矿体：矿体长度大于 1000m；

B.1.1.2 中小型矿体：矿体长度为小于 1000m。

B.1.2 矿体内部结构复杂程度

B.1.2.1 简单：矿体岩石类型单一，不含或少含不连续夹石。

B.1.2.2 中等：矿体由两种或两种以上岩石类型构成，含少量不连续夹石。

B.1.3 矿体厚度稳定程度

B.1.3.1 稳定：矿体连续，厚度变化小或呈有规律变化，厚度变化系数 $<40\%$ 。

B.1.3.2 较稳定：矿体基本连续，厚度变化不大，局部变化较大，厚度变化系数 $\geq 40\%$ 。

B.1.4 构造与岩溶发育程度

B.1.4.1 不发育：矿床构造不发育，矿体未受到影响和破坏，或只受到轻微的影响和破坏。有少量较大溶洞分布，地表、地下岩溶率一般 $<3\%$ ，对开采影响小。

B.1.4.2 较发育：矿床构造较发育。有较多较大溶洞分布，地表、地下岩溶率一般 $\geq 3\%$ ，对开采有影响。

B.1.5 覆盖层发育程度

B.1.5.1 不发育：矿体裸露良好，覆盖率 $<70\%$ ，覆盖层平均厚度小于 1m；

B.1.5.1 较发育：矿体大面积被覆盖，覆盖率 $\geq 70\%$ ，覆盖层平均厚度大于 1m。

B.2 矿床勘查类型

建筑石料矿床勘查类型见表B.1。

表 B.1 建筑石料矿床勘查类型

勘查类型	I 类型	II 类型
矿体规模	大中型	不分
矿体内部结构	简单	中等
矿体厚度	稳定	较稳定
构造与岩溶	不发育、较发育	较发育
覆盖层	不发育	较发育
矿床实例	东至县长岭建筑石料用灰岩矿 枞阳县麻布山建筑石料用砂岩矿	铜陵市小冲建筑石料用石灰岩、砂岩矿

B.3 勘查工程间距

矿产资源/储量勘查工程间距见表B.2。

表 B.2 矿产资源/储量勘查工程间距

勘查类型	勘查工程间距(m)
I 类型	400
II 类型	200
注：勘查工程间距为探求控制的矿产资源/储量勘查工程间距的参考值，对勘查工程不能满足要求的局部问题，例如：对矿体覆盖层和风化层的控制，应在勘查剖面上和剖面间适当加密工程；对首期开采地段，当基本工程间距不能满足要求时，可适当增加工程。	

附录 C
(资料性附录)
一般工业指标

C.1 建筑石料质量一般要求

C.1.1 建筑石料物理性能和化学成分

建筑石料物理性能和化学成分一般要求应同时满足表 C.1、表 C.2。

表 C.1 不同岩石类型建筑石料质量一般要求

项目	指标		
	沉积岩	变质岩	岩浆岩
抗压强度（水饱和）MPa	≥ 30	≥ 60	≥ 80

表 C.2 建筑石料质量一般要求

项目	指标		
	I 类	II 类	III 类
坚固性（%）	< 5	< 8	< 12
压碎指标（%）	≤ 10	≤ 20	≤ 30
硫酸盐及硫化物含量（换算成 SO_3 ）（%）	≤ 0.5	≤ 1.0	≤ 1.0
碱活性	经集料碱活性检验（岩相法），骨料被评定为非碱活性时，作为最后结论。若评定为碱活性骨料或可疑时，作测试，在达到规定试验龄期的膨胀率应小于 0.10%。		

C.1.2 放射性水平分类

放射性水平分类见表C.3。

表 C.3 放射性水平分类表

类别	I_{Ra}	I_{γ}	用途
A	≤ 1.0	≤ 1.3	产销与使用范围不受限制
B	≤ 1.3	≤ 1.9	不可用于 I 类民用建筑，但可用于 II 类民用建筑物、工业建筑及其他一切建筑
C		≤ 2.8	仅可用于 I 类民用建筑、II 类民用建筑物以外的工业建筑及其他一切建筑
<p>注1：I 类民用建筑是指如住宅、老年公寓、托儿所、医院和学校、宾馆、办公楼等；II 类民用建筑是指如商场、体育场、书店、、图书馆、文化娱乐场所、展览馆和公共交通等候室、餐厅、理发店等。</p> <p>注2：I_{Ra} 为内照射指数，I_{γ} 为外照射指数。</p>			

C.2 开采技术条件一般要求

开采技术条件一般要求见表C.4。

表 C.4 开采技术条件一般要求

可采厚度	夹石剔除厚度	最低开采标高	露天采矿场最终边坡角	露天采矿场最小底盘宽度	剥采比	爆破安全距离
3m	2m	不低于当地侵蚀基准面，如在技术经济可行条件下，可适当低于当地侵蚀基准面	岩石状 $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ，松散状不大于 45°	最终开采水平的底盘宽度应不小于 40m	一般不大于 0.5:1	应不小于 300m

附录 D (资料性附录)

D.1 建设用碎石技术要求符合表D.1 的规定。

表 D.1 建设用碎石技术要求

序号	项目	指标		
		I 类	Ⅱ类	Ⅲ类
1	表观密度（g/cm ³ ）	≥2.60	≥2.60	≥2.60
2	连续级配松散堆积空隙率（%）	≤43	≤45	≤47
3	吸水率（%）	≤1.0	≤2.0	≤2.0
4	含泥量（按质量计）（%）	≤0.5	≤1.0	≤1.5
5	泥块含量（按质量计）（%）	0	≤0.2	≤0.5
6	针片状颗粒总含量（按质量计）（%）	≤5	≤10	≤15
7	有机物	合格	合格	合格
8	硫酸盐及硫化物含量（按 SO ₃ 质量计）（%）	≤0.5	≤1.0	≤1.0
9	坚固性（质量损失）（%）	≤5	≤8	≤12
10	压碎指标（%）	≤10	≤20	≤30
11	碱集料反应	在规定试验龄期的膨胀率应小于 0.10%		
引自 GB/T 14685				

D.2 建设用机制砂技术要求符合表D.2 的规定。

表 D.2 建设用机制砂技术要求

序号	项目		指标		
			I 类	II 类	III类
1	表观密度（g/cm ³ ）		≥2.50	≥2.50	≥2.50
2	松散堆积密度（g/cm ³ ）		≥1.40	≥1.40	≥1.40
3	空隙率（%）		≤44	≤44	≤44
4	天然砂含泥量（按质量计）（%）		≤1.0	≤3.0	≤5.0
5	天然砂泥块含量（按质量计）（%）		0	≤1.0	≤2.0
6	MB 值		≤0.5	≤1.0	≤1.4 或合格
7	机制砂石粉含量（按质量计）（%）	MB 值≤1.4 或快速法试验合格时	≤10.0	≤10.0	≤10.0
		MB 值>1.4 或快速法试验不合格时	≤1.0	≤3.0	≤5.0
8	云母含量（按质量计）（%）		≤1.0	≤2.0	≤2.0
9	轻物质（按质量计）（%）		≤1.0	≤1.0	≤1.0
10	有机物		合格	合格	合格
11	硫酸盐及硫化物含量（按 SO ₃ 质量计）（%）		≤0.5	≤0.5	≤0.5
12	氯化物（以氯离子质量计）（%）		≤0.01	≤0.02	≤0.06
13	坚固性（质量损失）（%）		≤8	≤8	≤10
14	单级最大压碎指标（%）		≤20	≤25	≤30
15	碱集料反应		在规定试验龄期的膨胀率应小于 0.10%		
引自 GB/T14684					

D.3 普通混凝土用石料技术要求

D.3.1 普通混凝土用碎石质量应符合表 D.3 的规定。

表 D.3 普通混凝土用碎石质量指标

序号	项目	指标		
		≥C60	≥C55-C30	≤C25
1	针片状颗粒含量（按质量计）（%）	≤8	≤15	≤25
2	含泥量（按质量计）（%）	≤0.5	≤1.0	≤2.0
3	泥块含量（按质量计）（%）	≤0.2	≤0.5	≤0.7
4	坚固性	≤8（在严寒及寒冷地区室外使用，并经常处于潮湿或干湿交替状态下的混凝土用碎石；有腐蚀性介质作用或经常处于水位变化的地下结构或有抗疲劳、耐磨、抗冲击等要求的混凝土用碎石）		
		≤12（在其他条件下使用混凝土）		
5	硫化物及硫酸盐含量 （按 SO ₃ 质量计）（%）	≤1.0		
6	碱活性检验	长期处于潮湿环境的重要结构混凝土，其所使用的碎石应进行碱活性检验		
引自 JGJ 52-2006				

D.3.2 普通混凝土用碎石的压碎值指标应符合表 D.4 的规定。

表 D.4 普通混凝土用碎石压碎值指标

项目		指标		
		≥C60	C60-C40	≤C40
压碎值 (%)	沉积岩	应进行岩石抗压强度 检验	≤10	≤16
	变质岩或深成的火成岩		≤12	≤20
	喷出的火成岩		≤13	≤30
引自 JGJ 52-2006				

D.3.3 普通混凝土用机制砂质量应符合表 D.5 的规定。

表 D.5 普通混凝土用机制砂质量指标

序号	项目		指标		
			≥C60	≥C55-C30	≤C25
1	含泥量（按质量计，%）		≤2.0	≤3.0	≤5.0
2	泥块含量（按质量计，%）		≤0.5	≤1.0	≤2.0
3	石粉含量（%）	MB<1.4（合格）	≤5.0	≤7.0	≤10.0
		MB≥1.4（不合格）	≤2.0	≤2.0	≤5.0
4	压碎值		<30%		
5	坚固性		≤8（在严寒及寒冷地区室外使用，并经常处于潮湿或干湿交替状态下的混凝土用砂；有腐蚀性介质作用或经常处于水位变化的地下结构或有抗疲劳、耐磨、抗冲击等要求的混凝土用砂）		
			≤10（在其他条件下使用混凝土）		
6	云母含量（按质量计，%）		≤2.0		
7	轻物质含量（按质量计，%）		≤1.0		
8	硫化物及硫酸盐含量(换算成 SO3，按质量计，%)		≤1.0		
9	有机物含量		颜色不应深于标准色，当颜色深于标准色时，应按照水泥胶砂强度试验方法进行强度对比试验，抗压强度比不应低于 0.95		
10	碱活性检验		长期处于潮湿环境的重要结构混凝土，其所使用的碎石应进行碱活性检验		
11	氯离子含量		≤0.06%（以干砂的质量百分率计，钢筋混凝土用砂）		
			≤0.02%（以干砂的质量百分率计，预应力混凝土用砂）		
引自 JGJ 52-2006					

D.4 公路水泥混凝土路面用石料技术要求

D.4.1 公路水泥混凝土路面用碎石质量标准应符合表D.6 的规定。

表 D.6 公路水泥混凝土路面用碎石质量指标

序号	项目		指标		
			I 类	II 类	III类
1	压碎值（%）		≤18.0	≤25.0	≤30.0
2	坚固性（质量损失）（%）		≤5.0	≤8.0	≤12.0
3	针片状颗粒含量（按质量计）（%）		≤8.0	≤15.0	≤20.0
4	含泥量（按质量计）（%）		≤0.5	≤1.0	≤2.0
5	泥块含量（按质量计）（%）		≤0.2	≤0.5	≤0.7
6	吸水率（按质量计）（%）		≤1.0	≤2.0	≤2.0
7	硫酸盐及硫化物含量 （按 SO ₃ 质量计）（%）		≤0.5	≤1.0	≤1.0
8	洛杉矶磨耗损失（%）		≤28.0	≤32.0	≤35.0
9	有机物含量（比色法）		合格	合格	合格
10	岩石抗压强度（MPa）	岩浆岩	≥100		
		变质岩	≥80		
		沉积岩	≥60		
11	表观密度（g/cm ³ ）		≥2.50		
12	松散堆积密度（g/cm3）		≥1.35		
13	空隙率（%）		≤47		
14	磨光值（%）		≥35.0		
15	碱集料反应		不得有碱集料反应或疑似碱集料反应		
引自 JGJ/T F30, 硫酸盐及硫化物含量按 GB/T 14685 检验、岩石抗压强度按 JTG E41 检验、其他项目按 JTG E42 检验。					

D.4.2 公路水泥混凝土路面用机制砂质量标准应符合表D.7 的规定。

表 D.7 公路水泥混凝土路面用机制砂质量指标

序号	项目		指标		
			I 级	Ⅱ级	Ⅲ级
1	母岩的抗压强度（MPa）		≥80.0	≥60.0	≥30.0
2	母岩的磨光值		≥38.0	≥35.0	≥30.0
3	机单粒级最大压碎指标（%）		≤20.0	≤25.0	≤30.0
4	坚固性（按质量损失计）（%）		≤6.0	≤8.0	≤10.0
5	氯离子含量（按质量计）（%）		≤0.01	≤0.02	≤0.06
6	云母含量（按质量计）（%）≤		1.0	2.0	2.0
7	硫化物及硫酸盐含量（按 SO ₃ 质量计）（%）		≤0.5	≤0.5	≤0.5
8	泥块含量（按质量计）（%）		0	≤0.5	≤1.0
9	石粉含量（%）	MB 值<1.40 或合格	<3.0	<5.0	<7.0
		MR 值≥1.4 或不合格	<1.0	<3.0	<5.0
10	轻物质含量（按质量计）（%）		≤1.0		
11	吸水率（%）		≤2.0		
12	表观密度（g/m ³ ）		≥2.50		
13	松散堆积密度（g/m ³ ）		≥1.40		
14	空隙率（%）		≤45.0		
15	有机物含量（比色法）		合格		
16	碱活性反应*		不得有碱活性反应或疑似碱活性反应		
引自 JGJ/T F30，硫酸盐及硫化物含量按 GB/T 14685 检验、母岩的抗压强度按 JTG E41 检验、其他项目按 JTG E42 检验。					

D.5 沥青混合料用石料质量技术要求

D.5.1 沥青混合料用碎石质量技术要求符合表D.8 的规定。

表 D.8 沥青混合料用碎石质量指标

序号	项目		指标		
			高速公路、一级公路		其他等级公路
			表面层	其他层次	
1	压碎值（%）		≤26	≤28	≤30
2	洛杉矶磨耗损失（%）		≤28	≤30	≤35
3	表观相对密度		≥2.60	≥2.50	≥2.45
4	吸水率（%）		≤2.0	≤3.0	≤3.0
5	坚固性（%）		≤12	≤12	—
6	针片状颗粒含量（%）		≤15	≤18	≤20
		其中粒径大于 9.5mm（%）	≤12	≤15	—
		其中粒径小于 9.5mm（%）	≤18	≤20	—
7	水洗法<0.075mm 颗粒含量（%）		1	1	1
8	软石含量（%）		≤3	≤5	≤5
引自 JGJ F40，按 JTG E42 检验。					

D.5.2 沥青混合料用机制砂质量技术要求符合表D.9 的规定。

表 D.9 沥青混合料用机制砂质量指标

序号	项目	指标	
		高速公路、一级公路	其他等级公路
1	表观相对密度	≥2.50	≥2.45
2	坚固性(>0.3mm 部分) (%)	≤12	--
3	含泥量(小于 0.075mm 的含量) (%)	≤3	≤5
4	砂当量 (%)	≥60	≥50
5	亚甲蓝值 (g/kg)	≤25	--
6	棱角性(流动时间) (s)	≥30	--

引自 JGJ F40, 按 JTG E42 检验。

D.6 铁路混凝土用石料性能的技术要求

D.6.1 铁路混凝土用碎石性能应符合表D.10的规定。

表 D.10 铁路混凝土用碎石性能

序号	项目	指标		
		<C30	C30-C45	≥C50
1	针片状颗粒总含量（%）	≤10	≤8	≤5
2	含泥量（%）	≤1.0	≤1.0	≤0.5
3	泥块含量（%）	≤0.2	≤0.2	≤0.2
4	岩石抗压强度	母岩抗压强度与混凝土强度等级之比不应小于 1.5		
5	吸水率（%）	<2		
	紧密空隙率（%）	≤40		
6	坚固性（%）	≤8（混凝土结构）		
7		≤5（预应力混凝土结构）		
8	硫化物及硫酸盐含量（%）	≤0.5		
9	氯离子含量（%）	≤0.02		
10	有机物含量	浅于标准色		
11	碱活性	快速砂浆帮膨胀率应小于 0.30%		
引自 TB 10424-2010，按 GB/T 14685 检验				

D.6.2 铁路混凝土用碎石的压碎值指标应符合表D.11的规定。

表 D.11 铁路混凝土用碎石的压碎值指标

混凝土强度等级	<C30			≥C30		
岩石种类	沉积岩	变质岩或深成的火成岩	喷出的火成岩	沉积岩	变质岩或深成的火成岩	喷出的火成岩
压碎值 (%)	≤16	≤20	≤30	≤10	≤12	≤13
引自 TB 10424-2010, 按 GB/T 14685 检验						

D.6.3 铁路混凝土用机制砂的性能应符合表D.12的规定。

表 D.12 铁路混凝土用机制砂性能

序号	项目		指标		
			<C30	C30-C45	≥C50
1	含泥量（%）		≤3.0	≤2.5	≤2.0
2	泥块含量（%）		≤0.5		
3	云母含量（%）		≤0.5		
4	轻物质含量（%）		≤0.5		
5	有机物含量		浅于标准色		
6	压碎值（%）		<25		
7	石粉含量（%）	MB<1.4（合格）	≤10.0	≤7.0	≤5.0
		MB≥1.4（不合格）	≤5.0	≤3.0	≤2.0
8	吸水率（%）		≤2.0		
9	坚固性（%）		≤8		
10	硫化物及硫酸盐含量（%）		≤0.5		
11	氯离子含量（%）		≤0.02		
12	碱活性		快速砂浆帮膨胀率应小于 0.30%		
引自 TB 10424-2010，按 GB/T 14684 检验					

D. 6. 4 铁路碎石道砟性能应符合表D. 13的相应规定。

表 D. 13 铁路碎石道砟性能

性能	项目号	项目	指标		评级方法	
			特级道砟	一级道砟	单项评价	综合评价
抗磨耗、 抗冲击 性能	1	洛杉矶磨耗率（LAA）%	$LAA \leq 18$	$18 \leq LAA < 27$	—	道砟的 最终等 级以性 能 1、2 、 3、4 中的 最低等 级为准。 一级道 砟，均应 满足 5、 6、7、8 项的要 求
	2	标准集料冲击韧度（IP）	$IP \geq 110$	$95 < IP < 110$	若二个参数的 指标分属两个 等级,则以高的 等级为准	
		石料耐磨硬度系数（K _{干磨} ）	$K_{干磨} > 18.3$	$18 < K_{干磨} \leq 18.3$		
抗压碎 性能	3	标准集料压碎率（CA）%	$CA < 8$	$8 \leq CA < 9$	—	
	4	道砟集料压碎率（CB）%	$CB < 19$	$19 \leq CB < 22$	—	
渗水 性能	5	渗透系数（P _m ）10 ⁻⁶ cm/s	$P_m > 4.5$	$P_m > 4.5$	至少二项满足 要求	
		石粉试磨件抗压强度（σ）MPa	$\sigma < 0.4$	$\sigma < 0.4$		
		石粉液限（LL）%	$LL > 20$	$LL > 20$		
		石粉塑限（PL）%	$PL > 11$	$PL > 11$		
抗大气 腐蚀 破坏	6	硫酸钠溶液浸泡损失率（L）%	<10			
稳定 性能	7	1) 密度（ρ）g/cm ³	>2.55			
	8	2) 容重（R）g/cm ³	>2.50			
引自 TB/T 2140,按 TB/T 2328 检验						

附录 E
(资料性附录)
测试项目及试验方法

E.1 试样

E.1.1 取样数量

单项试验的最少取样数量应符合表E.1的规定。若进行几项试验时，如能保证试样经一项试验后不致影响另一项试验的结果，可用同一试样进行几项不同的试验。

表 E.1 单项试验取样数量

序号	试验项目	最少取样数量/kg
1	岩石抗压强度	随机选取完整石块锯切或钻取成立方体试件 50mm×50mm×50mm 6 个，圆柱体 ϕ 50mm×50mm 6 个，对于有明显层理的岩石应制作两组
2	坚固性	按试验要求的粒级和数量取样
3	压碎指标	
4	硫化物和硫酸盐含量	
5	碱集料反应	20.0

E.1.2 试样处理

将所取样品经破碎后置于平板上，在自然状态下拌和均匀，并堆成堆体，然后沿互相垂直的两条直径把堆体分成大致相等的四份，取其中对角线的两份重新拌匀，再堆成堆体。重复上述过程，直至把样品缩分到试验所需量为止。

E.2 岩石抗压强度

E.2.1 试件

本试验用试件如下：

a) 立方体试件尺寸：50mm×50mm×50mm；

b) 圆柱体试件尺寸： ϕ 50mm×50mm；

c) 试件与压力机压头接触的两个面要磨光并保持平行，6个试件为一组。对有明显层理的岩石，应制作二组，一组保持层理与受力方向平行，另一组保持层理与受力方面垂直，分别测试。

E.2.2 试验步骤

E.2.2.1 用游标卡尺测定试件尺寸，精确至0.1mm，并计算顶面和底面的面积。取顶面和底面的算术平均值作为计算抗压强度所用的截面积。将试件浸没于水中浸泡48h。

E.2.2.2 从水中取出试件，擦干表面，放在压力机上进行强度试验，加荷速度为0.5MPa/s～1MPa/s。

E.2.3 结果计算与评定

E.2.3.1 试件抗压强度按式（1）计算，精确至0.1MPa：

$$R = \frac{F}{A} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

R ——抗压强度，单位为兆帕（MPa）；

F ——破坏荷载，单位为牛顿（N）；

A ——试件的荷载面积，单位为平方毫米（mm²）。

E. 2. 3. 2 岩石抗压强度取6个试件试验结果的算术平均值，并给出最小值，精确至1MPa，采用修约值比较法进行评定。

E. 2. 3. 3 对存在明显层理的岩石，应分别给出受力方向平行层理的岩石抗压强度与受力方向垂直层理的岩石抗压强度。

注：仲裁检验时，以 $\phi 50\text{mm} \times 50\text{mm}$ 圆柱体试件的抗压强度为准。

E. 3 坚固性

E. 3. 1 试验步骤

E. 3. 1. 1 将采取样品经破碎后缩分至可满足表 E. 2 规定的数量，用水淋洗干净，放在干燥箱中于（105±5）℃下烘干至恒量，待冷却至室温后，筛除小于 4.75mm 的颗粒后进行筛分备用。

表 E. 2 坚固性试验所需的试样数量

石子粒径/mm	4.75~9.50	9.50~19.0	19.0~37.5	37.5~63.0	63.0~75.0
试样量/g	500	1000	1500	3000	3000

E. 3. 1. 2 根据试样的最大粒径，称取按表 E. 2 规定的数量试样一份，精确至 1g，将不同粒级的试样分别装入网篮，并浸入盛有硫酸钠溶液的容器中，溶液的体积应不小于试样总体积的 5 倍。网篮浸入溶液时，应上下升降 25 次，以排除试样的气泡，然后静置于该容器中，网篮底面应距离容器底面约 30mm，网篮之间距离应不小于 30mm，液面至少高于试样表面 30mm，溶液温度应保持在 20℃~25℃。

E. 3. 1. 3 浸泡 20h 后，把装试样的网篮从溶液中取出，放在干燥箱中于（105±5）℃烘 4h，至此，完成了第一次试验循环，待试样冷却至 20℃~25℃后，再按上述方法进行第二次循环。从第二次循环开始，浸泡与烘干时间均为 4h，共循环 5 次。

E. 3. 1. 4 最后一次循环后，用清洁的温水淋洗试样，直至淋洗试样后的水加入少量氯化钡溶液不出现白色浑浊为止，洗过的试样放在干燥箱中于（105±5）℃下烘干至恒量。待冷却至室温后，用孔径为试样粒级下限的筛过筛，称出各粒级试样试验后的筛余量，精确至 0.1g。

E. 3. 2 结果计算与评定

E. 3. 2. 1 各粒级试样质量损失百分率按式（2）计算，精确至 0.1%：

$$P_i = \frac{G_1 - G_2}{G_2} \times 100 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

P_i ——各粒级试样质量损失百分率，%；

G_1 ——各粒级试样试验前的质量，单位为克（g）；

G_2 ——各粒级试样试验后的筛余量，单位为克（g）。

E. 3. 2. 2 试样的总质量损失百分率按式（3）计算，精确至 1%:

$$P = \frac{\partial_1 P_1 + \partial_2 P_2 + \partial_3 P_3 + \partial_4 P_4 + \partial_5 P_5}{\partial_1 + \partial_2 + \partial_3 + \partial_4 + \partial_5} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

P ——试样的总质量损失率, %;

∂_1 、 ∂_2 、 ∂_3 、 ∂_4 、 ∂_5 ——分别为各粒级质量占试样（原试样中筛除了小于 4.75mm 颗粒）总质量的百分率, %;

P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 、 P_5 ——分别为各粒级试样质量损失百分率, %。

E. 3. 2. 3 采用修约值比较法进行评定。

E. 4 压碎指标

E. 4. 1 试验步骤

E. 4. 1. 1 将采集的样品破碎风干后筛除大于 19.0mm 及小于 9.50mm 的颗粒，并去除针、片状颗粒，分为大致相等的三份备用。当试样中粒径在 9.50mm~19.0mm 之间的颗粒不足时，允许将粒径大于 19.0mm 的颗粒破碎成粒径在 9.50mm~19.0mm 之间的颗粒用作压碎指标试验。

E. 4. 1. 2 称取试样 3000g，精确至 1g。将试样分两层装入圆模（置于底盘上）内，每装完一层试样后，在底盘下面垫放一直径为 10mm 的圆钢，将筒按住，左右交替颠击地面各 25 下，两层颠实后，平整模内试样表面，盖上压头。当圆模装不下 3000g 试样时，以装至距圆模上口 10mm 为准。

E. 4. 1. 3 把装有试样的圆模置于压力试验机上，开动压力试验机，按 1kN/s 速度均匀加荷至 200kN 并稳荷 5s，然后卸荷。取下加压头，倒出试样，用孔径 2.36mm 的筛筛除被压碎的细粒，称出留在筛上的试样质量，精确至 1g。

E. 4. 2 结果计算与评定

E. 4. 2. 1 压碎指标按式（4）计算，精确至 0.1%:

$$Q_c = \frac{G_1 - G_2}{G_2} \times 100 \dots\dots\dots (4)$$

式中:

Q_c ——压碎指标, %;

G_1 ——试样的质量, 单位为克 (g);

G_2 ——压碎试验后筛余的试样质量, 单位为克 (g)。

E. 4. 2. 2 压碎指标取三次试验结果的算术平均值，精确至 1%。

E. 4. 2. 3 采用修约值比较法进行评定。

E. 5 硫化物和硫酸盐含量

E. 5. 1 试验步骤

E. 5. 1. 1 将采集的样品经破碎后，筛除大于 37.5mm 的颗粒，然后按 E. 1. 2 规定缩分至约 1.0kg。烘干或风干后粉磨，筛除大于 75 μ m 的颗粒。将小于 75 μ m 的粉状试样再按四分法缩分至 30g~40g，放在干燥箱中于 (105 \pm 5) $^{\circ}$ C 下烘干至恒量，待冷却至室温后备用。

E. 5.1.2 称取粉状试样1g，精确至0.001g。将粉状试样倒入300mL烧杯中，加入20mL~30mL蒸馏水及10mL稀盐酸，然后放在电炉上加热至微沸，并保持微沸5 min，使试样充分分解后取下，用滤纸过滤，用温水洗涤10次~12次。

E. 5.1.3 加入蒸馏水调整滤液体积至200mL，煮沸后，搅拌滴加10mL浓度为10%的氯化钡溶液，并将溶液煮沸数分钟，取下静置至少4h（此时溶液体积应保持在200mL），用慢速滤纸过滤，用温水洗涤至氯离子反应消失（用1%硝酸银溶液检验）。

E. 5.1.4 将沉淀物及滤纸一并移入已恒量的瓷坩埚内，灰化后在800℃高温炉内灼烧30 min。取出瓷坩埚，在干燥器中冷却至室温后，称出试样质量，精确至0.001g。如此反复灼烧，直至恒量。

E. 5.2 结果计算与评定

E. 5.2.1 水溶性硫化物和硫酸盐含量（以SO₃计）按式（5）计算，精确至0.1%：

$$Q_d = \frac{G_2 \times 0.343}{G_1} \times 100 \dots\dots\dots (5)$$

式中：

Q_d——水溶性硫化物和硫酸盐含量，%；

G₁：——粉磨试样质量，单位为克（g）；

G₂：——灼烧后沉淀物的质量，单位为克（g）；

0.343——硫酸钡（BaSO₄）换算成SO₃的系数。

E. 5.2.2 硫化物和硫酸盐含量取两次试验结果的算术平均值，精确至0.1%。若两次试验结果之差大于0.2%时，应重新试验。

E. 5.2.3 采用修约值比较法进行评定。

E. 6 碱集料反应

在碱集料反应试验前，应用岩相法鉴定岩石种类及所含的活性矿物种类。

E. 6.1 岩石种类及所含的活性矿物种类（岩相法）

E. 6.1.1 取样数量

将采集的样品破碎后用四分法选取试样，风干后进行筛分，按表 E. 3 所规定的数量称取试样。

表 E. 3 试样质量

试样粒径/mm	试样质量/kg	备注
37.5~19.0	50	试样数量，也可按颗粒计，但每级至少 300 颗。
19.0~4.75	20	

E. 6.1.2 试验步骤

- E. 6.1.2.1** 将试样逐粒进行肉眼鉴定。必要时可将颗粒放在砧板上用地质锤击碎（注意应使岩石片损失最小），观察颗粒新鲜断口。
- E. 6.1.2.2** 试样鉴定按下列准则分类：
- a) 岩石名称及物理性质。包括主要的矿物成分、风化程度、有无裂缝、坚硬性、有无包裹体和断口形状等；
 - b) 化学性质。分为在混凝土中可能或不能产生碱集料反应两种；
 - c) 对初步确定为具有碱活性的岩石颗粒，应制成薄片，在显微镜下鉴定矿物组成、结构等。

E. 6. 1. 3 试验结果处理

根据鉴定结果，石料被评定为非碱活性时，即作为最后结论。如评定为碱活性石料或可疑时，应按E. 6. 2、E. 6. 3、E. 6. 4方法进行检验。

E. 6. 2 碱-硅酸反应（砂浆长度法）

E. 6. 2. 1 适用范围

本方法适用于检验硅质石料与混凝土中的碱发生潜在碱-硅酸反应的危害性。不适用于碳酸类石料。

E. 6. 2. 2 环境条件

本试验环境条件如下：

- a) 材料与成型室的温度应保持在 20℃~27.5℃，拌合水及养护室的温度应保持在（20±2）℃；
- b) 成型室、测长室的相对湿度应不小于 80%；
- c) 恒温养护箱或养护室温度应保持在（40±2）℃，相对湿度 95%以上。

E. 6. 2. 3 试件制作

E. 6. 2. 3. 1 按 E. 1 规定取样，破碎后缩分至约 5.0kg，然后筛分成 150 μm~300 μm，300 μm~600 μm，600 μm~1.18mm，1.18mm~2.36mm 和 2.36mm~4.75mm 五个粒级。每一个粒级在相应筛上用水淋洗干净后，放在干燥箱中于（105±5）℃下烘干至恒量，分别存放在干燥器内备用。

E. 6. 2. 3. 2 采用碱含量（以 Na₂O 计，即 K₂O×0.658+Na₂O）大于 1.2%的高碱水泥。低于此值时，掺浓度为 10%的 Na₂O 溶液，将碱含量调至水泥量的 1.2%。

E. 6. 2. 3. 3 水泥与石料的质量比为 1：2.25，一组 3 个试件共需水泥 440g（确至 0.1g）、砂 990g（各粒级的质量按表 E. 4 分别称取，精确至 0.1g）。用水量按 GB/T2419 确定。跳桌跳动频率为 6s 跳动 10 次，流动度以 105mm~120mm 为准。

表 E. 4 碱集料反应用破碎石料各粒级的质量

筛孔尺寸	4.75mm~2.36mm	2.36mm~1.18mm	1.18mm~600 μm	600 μm~300 μm	300 μm~150 μm
质量/g	99.0	247.5	247.5	247.5	148.5

E. 6. 2. 3. 4 砂浆搅拌应按 GB/T17671 的规定进行。

E. 6. 2. 3. 5 搅拌完成后，立即将砂浆分两次装入已装有膨胀测头的试模中，每层捣 40 次，注意膨胀测头四周应小心捣实，浇捣完后用馒刀刮除多余砂浆，抹平、编号并表明测长方向。

E. 6. 2. 4 养护与测长

E. 6. 2. 4. 1 试件成型完毕后，立即带模放入标准养护室或养护箱内。养护（24±2）h 后脱模，立即测量试件的长度，此长度为试件的基准长度。测长应在（20±2）℃的恒温室中进行。每个试件至少重复测量两次，其算术平均值作为长度测定值，待测的试件须用湿布覆盖，以防止水分蒸发。

E. 6. 2. 4. 2 测完基准长度后，将试件垂直立于养护筒的试件架上，架下放水，但试件不能与水接触（一个养护筒内的试件品种应相同），加盖后放入（40±2）℃的养护箱或养护室内。

E. 6. 2. 4. 3 测长龄期自测定基准长度之日起计算，14d、1 个月、2 个月、3 个月、6 个月，如有必要还

可适当延长。在测长前一天，应把养护筒从（40±2）℃的养护箱或养护室内取出，放到（20±2）℃的恒温室内。测长方法与测基准长度的方法相同，测量完毕后，应将试件放入养护筒中，加盖后放回（40±2）℃的养护箱或养护室继续养护至下一个测试龄期。

E. 6. 2. 4. 4 每次测长后，应对每个试件进行挠度测量和外观检查。

E. 6. 2. 4. 5 挠度测量：把试件放在水平面上，测量试件与平面间的最大距离，应不大于 0.3mm。

E. 6. 2. 4. 6 外观检查：观察有无裂缝，表面沉积物或渗出物，特别注意在空隙中是否有胶体存在，并作详细记录。

E. 6. 2. 5 结果计算与评定

E. 6. 2. 5. 1 试件膨胀率按式（6）计算，精确至 0.001%：

$$\sum_t = \frac{L_t - L_0}{L_0 - 2\Delta} \times 100 \dots\dots\dots (6)$$

式中：

\sum_t ——试件在 t 天龄期的膨胀率，%；

L_t ——试件在 t 天龄期的长度，单位为毫米（mm）；

L_0 ——试件的基准长度，单位为毫米（mm）；

Δ ——膨胀测头的长度，单位为毫米（mm）。

E. 6. 2. 5. 2 膨胀率以 3 个试件膨胀值的算术平均值作为试验结果，精确至 0.01%。一组试件中任何一个试件的膨胀率与平均值相差不大于 0.01%，则结果有效，而膨胀率平均值大于 0.05%时，每个试件的测定值与平均值之差小于平均值的 20%，也认为结果有效。

E. 6. 2. 5. 3 结果判定

采用修约值比较法进行评定，当 6 个月龄期的膨胀率小于 0.10%时，判定为无潜在碱-硅酸反应危害。否则，则判定为有潜在碱-硅酸反应危害。

E. 6. 3 快速碱-硅酸反应（砂浆棒快速法）

E. 6. 3. 1 适用范围同 E. 6. 2. 1。

E. 6. 3. 2 环境条件

本试验环境条件如下：

- a) 材料与成型室的温度应保持在 20℃~27.5℃，拌合水及养护室的温度应保持在（20±2）℃；
- b) 成型室、测长室的相对湿度应不小于 80%；
- c) 恒温养护箱或养护室温度应保持在（40±2）℃，相对湿度 95%以上。

E. 6. 3. 3 试件制作

E. 6. 3. 3. 1 按 E. 1 规定取样，破碎后缩分至约 5.0kg，然后筛分成 150 μm~300 μm，300 μm~600 μm，600 μm~1.18mm，1.18mm~2.36mm 和 2.36mm~4.75mm 五个粒级。每一个粒级在相应筛上用水淋洗干净后，放在干燥箱中于（105±5）℃下烘干至恒量，分别存放在干燥器内备用。

E. 6. 3. 3. 2 采用符合 GB175 规定的硅酸盐水泥，水泥中不得有结块，并在保质期内。

E. 6. 3. 3. 3 水泥与石料的质量比为 1: 2.25，水灰比为 0.47。一组 3 个试件共需水泥 440g（确至 0.1g）、砂 990g（各粒级的质量按表 E. 4 分别称取，精确至 0.1g）。

E. 6. 3. 3. 4 砂浆搅拌应按 GB/T17671 的规定进行。

E. 6. 3. 3. 5 搅拌完成后，立即将砂浆分两次装入已装有膨胀测头的试模中，每层捣 40 次，注意膨胀测头四周应小心捣实，浇捣完毕后用镭刀刮除多余砂浆，抹平、编号并表明测长方向。

E. 6. 3. 4 养护与测长

E. 6. 3. 4. 1 试件成型完毕后, 立即带模放入标准养护室内。养护 (24 ± 2) h 后脱模, 立即测量试件的初始长度。待测的试件须用湿布覆盖, 以防止水分蒸发。

E. 6. 3. 4. 2 测完初始长度后, 将试件浸没于养护筒(一个养护筒内的试件品种应相同)内的水中, 并保持水温在 (80 ± 2) °C 的范围内(加盖放在高温恒温养护箱或水浴中), 养护 (24 ± 2) h。

E. 6. 3. 4. 3 从高温恒温养护箱或水浴中拿出一个养护筒, 从养护筒内取出试件, 用毛巾擦干表面, 立即读出试件的基准长度[取出试件至完成读数应在 (15 ± 5) s 时间内], 在试件上覆盖湿毛巾, 待全部试件测完基准长度后, 再将所有试件分别浸没于养护筒内的 1 mol/L NaOH 溶液中, 并保持溶液温度在 (80 ± 2) °C 的范围内(加盖放在高温恒温养护箱或水浴中)。

E. 6. 3. 4. 4 测长龄期自测定基准长度之日起计算, 在测基准长度后第 3d、7d、14d 各测量一次, 每次测长时间安排在每天近似同一时刻内, 测长方法与测基准长度的方法相同, 每次测长完毕后, 应将试件放入原养护筒中, 加盖后放回 (80 ± 2) °C 的高温恒温养护箱或水浴中继续养护至下一个测试龄期。14d 后如需继续测长, 可安排每 7d 一次测长。

E. 6. 3. 5 结果计算与评定

E. 6. 3. 5. 1 结果计算同 E. 6. 2. 5. 1~E. 6. 2. 5. 2。

E. 6. 3. 5. 2 结果判定

采用修约值比较法进行评定。结果按如下判定:

- a) 当 14d 膨胀率小于 0.10% 时, 在大多数情况下可以判定为无潜在碱-硅酸反应危害;
- b) 当 14d 膨胀率大于 0.20% 时, 可以判定为有潜在碱-硅酸反应危害;
- c) 当 14d 膨胀率在 0.10%~0.20% 时, 不能最终判定有潜在碱-硅酸反应危害, 可以按 E. 6. 2 方法再进行试验来判定。

E. 6. 4 碱-碳酸盐反应(岩石圆柱体法)

E. 6. 4. 1 适用范围

本方法适用于检验碳酸盐类石料与混凝土中的碱发生潜在碱-碳酸盐反应的危害性。不适用于硅质石料。

E. 6. 4. 2 试验步骤

E. 6. 4. 2. 1 将一块岩石按其层理方向水平放置(如岩石层理不清, 可任意放置), 再按三个相互垂直的方向钻切三个岩石圆柱体[$\phi(9 \pm 1)$ mm, 高 (35 ± 5) mm]或棱柱体[边 (9 ± 1) mm, 高 (35 ± 5) mm]试件, 仲裁试验采用棱柱体试件, 试件两端面应磨光, 互相平行且垂直于圆柱体主轴, 并保持干净显露岩面本色。

E. 6. 4. 2. 2 试件编号后, 放入盛有蒸馏水的养护瓶中, 置于 (20 ± 2) °C 的恒温室内, 每隔 24h 取出擦干表面, 进行测长, 直到前后两次测得的长度变化率之差 $\leq 0.02\%$ 为止, 以最后一次测得的长度为基准长度。

E. 6. 4. 2. 3 再将试件浸入盛有 1 mol/L NaOH 溶液的养护瓶中, 液面高出岩石柱不少于 10mm, 且每个试件的平均需液量应不少于 50mL, 同一容器中不得浸泡不同品种的试件。盖严养护瓶, 置于 (20 ± 2) °C 的恒温室内。溶液每六个月更换一次。

E. 6. 4. 2. 4 将试件从 NaOH 溶液中取出, 用蒸馏水洗净, 擦干表面, 在 (20 ± 2) °C 恒温室内测长, 测定的周期为 7d、14d、21d、28d、56d、84d, 如有需要, 以后可每 4 周测长一次, 一年后, 每 12 周测长一次。

注意观察在碱液浸泡过程中, 试件的开裂, 弯曲, 断裂等变化, 并及时记录。

E. 6. 4. 3 结果计算与评定

E. 6. 4. 3. 1 膨胀率计算同E. 6. 2. 5. 1。

E. 6. 4. 3. 2 同块岩石所取的试件，取膨胀率最大的一个测值作为岩样的膨胀率。

E. 6. 4. 3. 3 结果评定

采用修约值比较法进行评定，当84d龄期的膨胀率小于0.10%时，判定为无潜在碱-碳酸盐反应危害。否则，则判定为有潜在碱-碳酸盐反应危害。

附录 F
(资料性附录)
建筑石料放射性核素限量

建筑石料放射性参数。

F.1 内照射指数

建筑石料中天然放射性核素镭-226的放射性比活度与本技术要求中规定的限量值之比。表达式为：

$$I_{Ra} = \frac{C_{Ra}}{200} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

I_{Ra} — 内照射指数；

C_{Ra} — 建筑石料中天然放射性核素镭-226的放射性比活度，单位为贝可每千克 ($Bq \cdot kg^{-1}$)；

200 — 仅考虑内照射情况下，本技术要求规定的建筑石料中放射性核素镭-226的放射性比活度限量，单位为贝可每千克 ($Bq \cdot kg^{-1}$)。

F.2 外照射指数

建筑石料中天然放射性核素镭-226、钍-232和钾-40的放射性比活度分别除以其各自单独存在时本技术要求规定限量值之比值的和。表达式为：

$$I_r = \frac{C_{Ra}}{370} + \frac{C_{Th}}{260} + \frac{C_K}{4200} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

I_r — 外照射指数；

C_{Ra} 、 C_{Th} 、 C_K — 分别为建筑石料中天然放射性核素镭-226、钍-232和钾-40的放射性比活度，单位为贝可/千克 ($Bq \cdot kg^{-1}$)；

370、260、4200 — 分别为仅考虑外照射情况下，本技术要求规定的建筑石料中天然放射性核素镭-226、钍-232、钾-40在其各自单独存在时本技术要求规定的限量，单位为贝可每千克 ($Bq \cdot kg^{-1}$)。

F.3 放射性比活度

物质中的某种核素放射性活度除以该物质的质量而得的商。表达式：

$$C = \frac{A}{m} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

C — 放射性比活度，单位为贝可/千克 ($Bq \cdot kg^{-1}$)；

A — 核素放射性活度，单位为贝可 (Bq)；

m — 物质的质量，单位为千克 (kg)。

参 考 文 献

- [1] GB/T 50733 -2011 预防混凝土碱骨料反应技术规范
 - [2]转发中国矿业权评估师协会 2007 年第 1 号公告的通知 皖国土资函[2007]429 号[Z].
 - [3]JGJ 52 -2006 普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准[S].
 - [4]JTG/T F30-2004 公路水泥混凝土路面施工技术细则[S].
 - [5]JTG F40 -2004 公路沥青路面施工技术规范[S].
 - [6]JTG E41-2005 公路工程岩石试验规程[S].
 - [7]JTG E42-2005 公路工程集料试验规程[S].
 - [8]TB 10424 -2010 铁路混凝土工程施工质量验收标准[S].
 - [9]TB/T 2140-2008 铁路碎石道砟[S].
 - [10]TB/T 2328-2008 铁路碎石道砟试验方法[S].
 - [11]SL 51-2015 水利水电工程天然建筑材料勘察规程[S].
 - [12]DL/T5151-2014 水工混凝土砂石骨料试验规程[S].
 - [13]关于发布实施《浙江省普通建筑石料矿产地质勘查技术要求》的通知 浙土资办[2010]85 号[Z].
-