

团 体 标 准

T/CWEC**-2024

玻璃纤维锚杆支护工程技术规范

Technical code for engineering of the retaining and protection
of glass fibre reinforced polymer anchor

(征求意见稿)

2024 年*月*日发布

2024 年*月*日实施

中国水利企业协会 发布

目 次

1 范围	2
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	3
4 总体要求	4
4.1 材料	4
4.2 勘察	5
4.3 设计	5
5 锚杆施工	6
5.1 施工准备	6
5.2 钻孔	9
5.3 锚杆安装	9
6 锚杆检测与监测	10
7 质量检验与验收	11
7.1 一般规定	11
7.2 质量检验	12
7.3 质量验收	13

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件提出和归口单位为中国水利企业协会。

本文件主编单位：三峡大学

湖北华夏水利水电股份有限公司。

本文件参编单位：中交一公局集团水利工程有限公司

天长市水电建筑安装工程公司

山东齐鸿工程建设有限公司

宜昌市东风水利水电工程建设有限公司

湖北楚曜水利水电工程有限公司

湖北锦天禹建设工程有限公司

湖北广沛水电建设工程有限公司

本文件起草人：

玻璃纤维锚杆支护工程技术规范

1 范围

1.1 为加强玻璃纤维锚杆支护工程施工管理，规范施工技术、检测与监测方法，统一施工质量检验、验收标准，做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量、保护环境，针对玻璃纤维锚杆支护工程特点，制定本文件。

1.2 本文件适用于各类地下洞室和边坡基坑锚固工程中，以玻璃纤维杆体为材料全长粘结型锚杆的施工、检测、监测及验收，不适用于柔性的玻璃纤维锚索工程。

1.3 玻璃纤维锚杆支护工程施工、检测、监测及验收除应符合本文件外，尚应符合国家及水利行业现行有关标准的规定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有修改单）适用本文件。

GB/T 26743 结构工程用纤维增强复合材料筋

GB 50021 岩土工程勘察规范

GB 50086 岩土锚杆与喷射混凝土支护工程技术规范

GB 50330 建筑边坡工程技术规范

GB 50608 纤维增强复合材料工程应用技术标准

SL 223 水利水电建设工程验收规程

SL 377 水利水电工程锚喷支护技术规范

SL 631 水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准—土石方工程

SL 633 水利水电工程单元工程施工质量验收评定标准—地基处理与基础工程

JG/T 406 土木工程用玻璃纤维增强筋

JGJ 120 建筑基坑支护技术规程

JGJ/T 401 锚杆检测与监测技术规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

锚杆 anchor

安设于地层中的受拉杆件，一端与外部承载构件连接，另一端锚固在稳定岩土体内，将拉力传递到岩土体中。

3.2

永久性锚杆 permanent anchor

永久性工程中的锚杆，其设计使用期超过 24 个月。

3.3

临时性锚杆 temporary anchor

临时性工程中的锚杆，其设计使用期不超过 24 个月。

3.4

玻璃纤维（GFRP）锚杆 glass fibre reinforced polymer anchor

连续玻璃纤维或玻璃纤维织物为增强相，聚合物树脂为基本相，两相材料通过复合工艺制备而成的聚合物基复合锚杆材料，简称 GFRP 锚杆。

3.5

全长粘结型锚杆 full-length bonded anchor

锚杆孔全长填充黏结材料的锚杆。

3.6

系统锚杆 pattern rock reinforcement

根据岩（土）体整体稳定要求，在整个支护面上，按一定间距、一定规律布置的锚杆。

3.7

随机锚杆 feature rock reinforcement

为防止岩（土）体塌落或滑动，在局部布置的锚杆。

3.8

支护 retaining and protection

为保证地下洞室和边坡基坑的安全稳定以及周围环境不受损害所采取的工程措施，通过对岩土进行锚固以形成稳定的结构。

3.9

监控量测 monitoring measurement

通过使用各种量测仪器和工具，在地下洞室和边坡基坑周围，对地层的变形和支护结构的变形与受力进行观察、测量、分析与评价的活动。

3.10

锚杆基本试验 basic test of anchor

锚杆正式施工前，为确定锚杆设计参数与施工工艺，在现场进行的锚杆极限抗拔试验。

3.11

锚杆验收试验 acceptance test of anchor

为检验工程锚杆质量和性能是否符合规范规定和设计要求的锚杆拉拔试验。

3.12

验收 acceptance

在施工单位自行检查合格的基础上，由工程质量责任方组织，工程建设相关单位参加，对锚杆支护工程的质量进行抽样检验，对技术文件进行审核，并根据设计文件和相关标准以书面形式对锚杆支护工程质量作出确认的活动。

4 总体要求

4.1 材料

4.1.1 玻璃纤维锚杆宜为螺纹形式，杆体表面应质地均匀，无气泡、无毛刺、无裂纹及其他影响强度的缺陷，螺纹牙型、牙距应整齐无损伤，纤维含量在 70%~80%，密度为 $1.9\text{g}/\text{cm}^3\sim 2.2\text{g}/\text{cm}^3$ 。

4.1.2 玻璃纤维锚杆规格、尺寸、允许偏差等应符合 GB/T 26743 和 JG/T 406 的相关规定。

4.1.3 全螺纹玻璃纤维锚杆应符合 GB 50608 的相关规定，公称直径宜为 16 mm~32 mm，其力学性能应满足表 1 的要求，抗拉强度标准值保证率应不小于 95%。

表 1 螺纹玻璃纤维锚杆的力学性能

公称直径 d / mm	抗拉强度标准值 f_k / MPa	剪切强度 F_v / MPa	极限拉应变 ε / %	弹性模量 E_i / GPa
$16 \leq d \leq 22$	≥ 600	≥ 110	≥ 1.5	≥ 40
$22 < d \leq 32$	≥ 500		≥ 1.3	

4.1.4 胶结材料（如水泥砂浆、树脂卷、水泥卷等）应根据设计要求确定，不得对杆体产生不良影响，不同材料间不能产生不良影响，其与锚杆的粘接强度、凝结时间、收缩率及杆体的耐久性等指标应满足设计要求。

4.1.5 玻璃纤维锚杆在加工、运输、存放和安装过程中应保持清洁，避免污染、变形及损伤，作业人员应配戴手套、口罩等防护用品。玻璃纤维锚杆不应直接存放在地面上，应使用无腐蚀性的支撑或托架，按规格、品种顺直地分开堆放在通风干燥处，避免高温、紫外线和腐蚀性化学物质的作用。

4.2 勘察

4.2.1 支护工程设计及施工前应进行工程勘察，工程勘察应提供围岩（岩土）地层、地下水及支护施工所需的场地等基础资料，对支护方案提出建议。

4.2.2 当拟建主体工程详细勘察资料不能满足稳定性评价和支护设计要求时，应进行专项岩土工程勘察。

4.2.3 支护工程勘察分级、岩土分类应符合 GB 50021 的相关规定。

4.3 设计

4.3.1 支护工程设计应综合考虑场地工程地质条件及水文地质条件、周边环境、施工便利性、所需强度等因素确定设计参数。锚杆支护参数应根据监控量测信息进行必要的调整，应采用动态设计，信息化施工。

4.3.2 下列情况宜使用玻璃纤维锚杆进行支护：

- a) 应用于土体或围岩改良锚固性能，需要挖除的临时性锚杆；
- b) 有防静电防爆及抗电磁干扰要求的场地施工的锚杆；
- c) 在强酸性及氯离子浓度高的环境中使用的锚杆；
- d) 在易发生电化学腐蚀的环境中使用的锚杆；
- f) 有剪断要求的地层加固中使用的锚杆。

4.3.3 锚杆的布置应符合下列规定：

- a) 系统锚杆可采用梅花形、矩形、方形或菱形布置，其间距不宜大于锚杆长度的 1/2，当围岩条件较差时，锚杆布置间距应适当加密，对于 IV、V 级围岩中的锚杆间距宜为 0.5m~1m，并不得大于 1.25m，方向应垂直设计轮廓线；

b) 局部锚杆应根据不稳定块体的大小、结构面的组合情况，用块体理论的极限平衡法确定锚杆的数量和锚杆长度，锚杆的方向，应按最优锚固角布置。

4.3.4 支护锚杆应根据所处地层环境作用等级进行耐久性设计，锚杆杆体锚固材料层厚度不应小于 10mm。

4.3.5 玻璃纤维锚杆宜优先选用全长黏结型锚杆，杆体与钻孔壁的胶结材料可选用水泥砂浆、快硬水泥卷或树脂卷，水泥（砂）浆胶结材料的抗压强度等级不应低于 M20。

4.3.6 玻璃纤维锚杆支护结构设计应符合 GB 50086、GB 50330、SL 377、JGJ 120 的相关规定。

5 锚杆施工

5.1 施工准备

5.1.1 玻璃纤维锚杆施工前，应根据支护工程规模、地质条件、工期要求等因素，确定施工机械配套，编制玻璃纤维锚杆作业指导书，进行工艺试验。

5.1.2 施工前，应检查原材料主要技术性能是否符合设计要求。

5.1.3 玻璃纤维锚杆施工应优先考虑机械化施工，钻孔应根据钻孔直径、孔深和地层情况选用适宜的钻孔机具，注浆宜采用专用注浆泵，以控制流量和压力。

5.1.4 中空玻璃纤维锚杆施工应采用先插杆后注浆工艺，其施工工艺流程应遵守图 1 的规定。其他玻璃纤维锚杆施工宜采用先注浆后插杆工艺，以水泥砂浆、快硬水泥卷或树脂卷为胶结材料的玻璃纤维锚杆施工工艺流程分别遵守图 2~图 4 的规定。

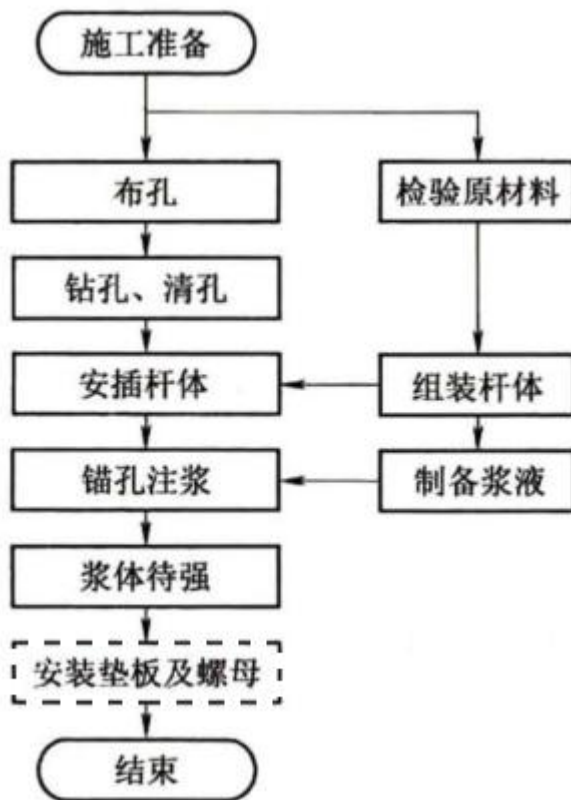


图1 中空玻璃纤维锚杆施工工艺流程图

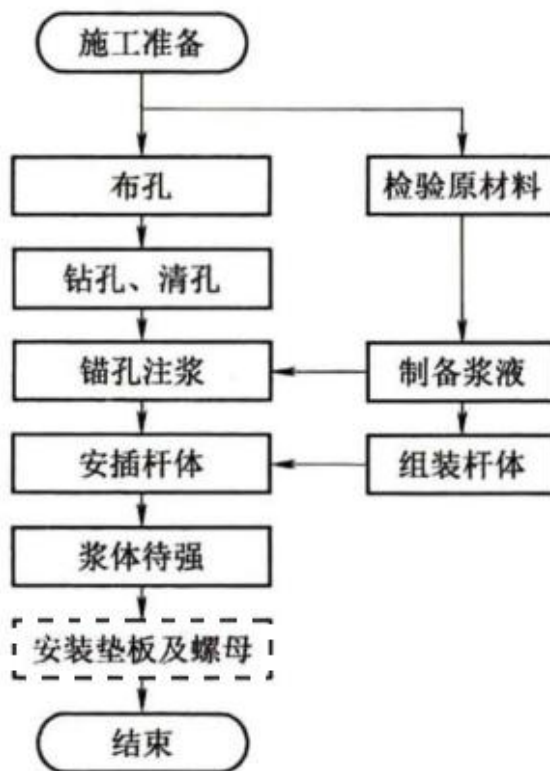


图2 水泥砂浆玻璃纤维锚杆施工工艺流程图

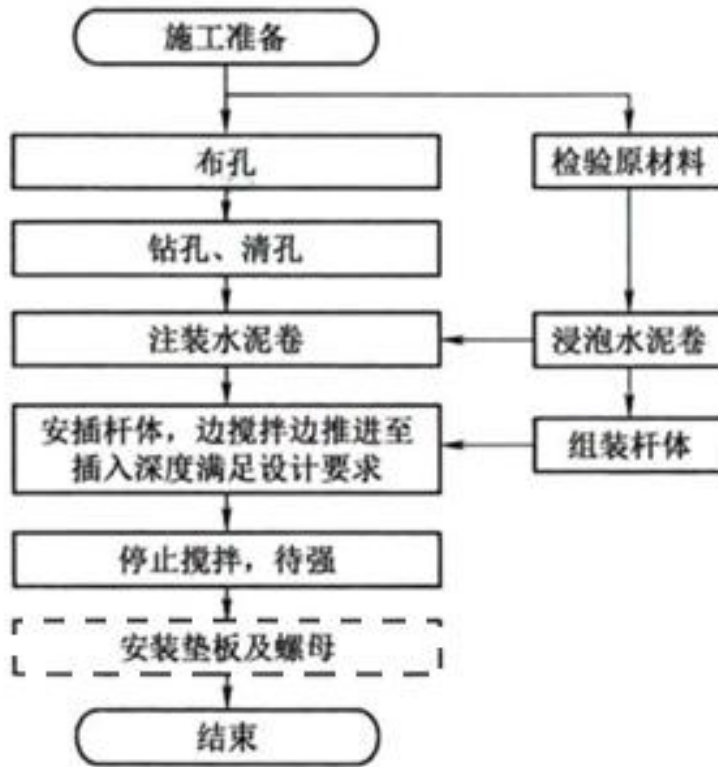


图3 快硬水泥卷玻璃纤维锚杆施工工艺流程图

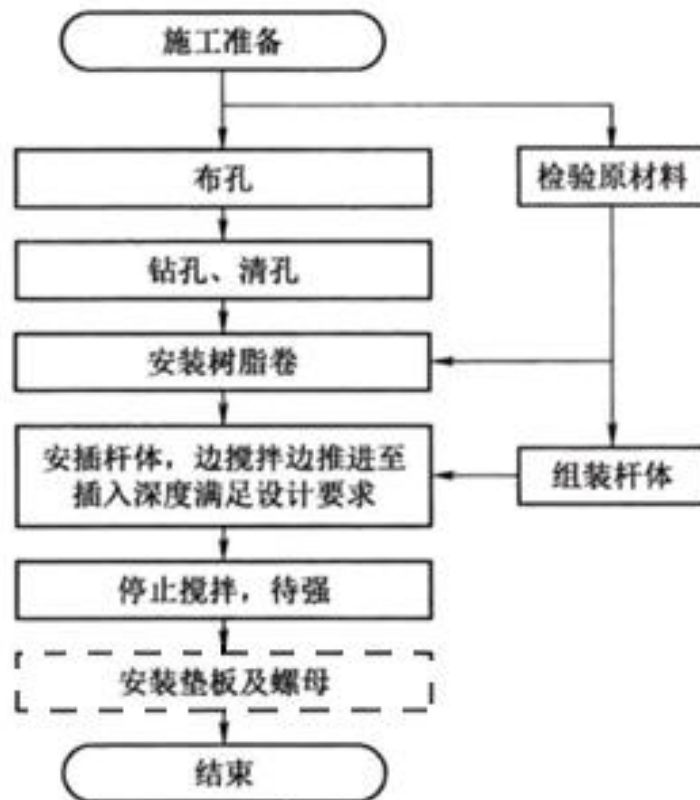


图4 树脂卷玻璃纤维锚杆施工工艺流程图

5.2 钻孔

5.2.1 钻孔应按设计图所示的位置、孔径、长度和方位进行，不得破坏周边地层。

5.2.2 钻孔前应标记出孔位，开孔位置允许偏差应不大 100 mm。

5.2.3 钻孔径应大于锚杆杆体直径 20 mm 以上。

5.2.4 钻孔深度应能保证锚杆杆体插入孔内长度不小于设计规定的 95%，超深不宜大于 50 mm。

5.2.5 系统锚杆钻孔方向宜垂直于开挖轮廓面，层状围岩中的锚杆、随机锚杆应根据围岩地质条件和锚杆设置部位按设计文件要求确定钻孔方向并适当调整。

5.2.6 当锚杆长度大于 2.5 m 时，锚杆钻孔应采用接杆或者短钻杆钻进后再换长钻杆的方式，以保证正确的钻孔方向。

5.2.7 终孔后应使用压缩空气或压力水进行清孔，钻孔完成后应及时安装锚杆，减少裸孔时间。

5.3 锚杆安装

5.3.1 杆体插入孔内的长度应符合设计要求。

5.3.2 锚杆安装前，应将孔内积水和岩粉吹洗干净。锚杆孔注满胶结材料后应及时插入锚杆杆体，锚杆体插入后，宜在孔口处用楔子固定并封闭孔口，在胶结材料强度达到设计要求之前，不应敲击、碰撞或牵拉锚杆。锚杆插入困难时可利用橡皮锤锤击，不应采用机械顶推或铁锤、风镐冲击。当锚杆端部带有螺纹时应注意保护杆体端部的螺纹不被损坏。

5.3.3 玻璃纤维锚杆注浆施工应符合下列规定：

- a) 使用能够连续注浆的锚杆注浆机或砂浆泵，出口压力应能达到 1.0 MPa，输送能力应大于 0.7 m³/h；
- b) 注浆管应插到孔底，然后退出 50 mm~100 mm 开始注浆，注浆管随砂浆的注入缓慢匀速拔出，使孔内填满砂浆；
- c) 如遇塌孔或孔壁变形注浆管插不到孔底时，应对锚杆孔进行处理，使注浆管能顺利插到孔底，必要时应补打锚孔；
- d) 注浆工艺须经注浆密实性模拟试验，密实度检验合格后方能在工程中实施；
- e) 水泥（砂）浆的配制应符合下列规定：
 - 1) 水泥（砂）浆的性能必须满足设计要求；

- 2) 水泥（砂）浆的配合比应经试验确定，无特殊要求的情况下配合比（质量比）：
水泥：砂为 1：1~1：2；水泥：水为 1：0.38~1：0.45；
- 3) 水泥宜选用普通硅酸盐水泥，水应选用无有害杂质的洁净水，砂宜采用中细砂，最大粒径应小于 2.5 mm，使用前应过筛；
- 4) 根据需要，水泥（砂）浆中可添加具有早强、减水、膨胀等作用的外加剂；
- 5) 水泥（砂）浆配制材料应计量准确、拌和均匀，优先采用机械拌和，随拌随用，一次拌和的砂浆应在初凝前用完。

5.3.3 玻璃纤维锚杆快硬水泥卷施工应符合下列规定：

- a) 水泥卷应在规定的贮存期内使用。使用前应检查水泥卷质量，受潮结块不应使用；
- b) 水泥卷直径的选择，应以锚杆插入后浆体能将锚固段填满为原则；
- c) 水泥卷应浸泡均匀，浸泡水的水质应符合设计要求，浸泡时间应参照使用说明书要求并经现场试验确定；
- d) 水泥卷可用端部平齐的长杆送底，或用压缩空气经软管吹送入孔底，并捣实；

5.3.4 玻璃纤维锚杆树脂卷施工应符合下列规定：

- a) 使用前应检查树脂卷的质量，变质材料不能使用。超过贮存期的材料，应通过试验合格后方可使用；
- b) 树脂卷直径的选择，应以锚杆插入后树脂能将锚固段填满为原则；
- c) 使锚杆杆体旋转搅拌的搅拌器或凿岩机连接器必须与杆体同心，推进方向与孔轴线一致，搅拌时间应按树脂固化速度和搅拌器转速经试验确定；
- d) 树脂固化前不应碰撞，固化时间应参照树脂卷说明书并经现场试验确定。

6 锚杆检测与监测

6.1 检测与监测内容应根据玻璃纤维锚杆支护工程阶段确定，包括施工前为设计提供依据的试验，施工过程为质量安全控制提供依据的测试与监测，施工后为验收提供依据的试验和为安全运营提供依据的监测。

6.2 锚杆检测应根据玻璃纤维锚杆支护工程的具体情况和检测目的，选择基本试验、验收试验、粘结强度试验和锚固质量检测等多种试验方法综合检测。

6.3 锚杆检测开始时间应符合下列规定：

- a) 当进行锚杆基本试验、粘结强度试验时，锚固段注浆体强度不应低于设计强度的90%，或锚固段注浆体的龄期应达到28d；
- b) 当进行支护锚杆验收试验时，锚固段注浆体强度不应低于设计强度的75%。

6.4 锚杆极限抗拔承载力应通过基本试验确定，可提供锚杆设计参数和验证锚杆施工工艺。

6.5 锚杆基本试验的检测数量，永久性锚杆不应少于6根，临时性锚杆不应少于3根。

6.6 施工完成后的锚杆应进行验收试验。

6.7 验收试验的受检锚杆选择应符合下列规定：

- a) 施工质量有疑问的锚杆应全部进行锚杆验收试验；
- b) 应优先选取局部地质条件复杂部位和设计方认为重要部位的锚杆；
- c) 除本条第1款和第2款规定的受检锚杆外，其余受检锚杆宜随机选取。

6.8 第6.7条第2项和第3项的锚杆检测数量不应少于锚杆总数的5%，且不应少于5根。当验收试验出现不合格锚杆时，应扩大抽检。扩大抽检的数量应为不合格锚杆数量的2倍。

6.9 当缺少类似工程实践经验或设计有要求时，应进行锚杆粘结强度试验，检测数量不应少于3根。

6.10 锚杆锚固质量检测宜采用无损检测，检测内容应包括锚杆长度和锚固密实度。

6.11 锚杆锚固质量检测应配合施工进度，动态分类抽检，检测前应进行现场标定。

6.12 锚杆监测应贯穿工程施工阶段和工程使用阶段全过程，包括为施工过程质量安全控制提供依据的施工监测和为安全运营提供依据的运行监测。

6.13 根据监测结果，对工程安全状态作出分析判断，若发现有影响工程安全的异常变化，应采取有效方法，予以整治。

6.14 根据工程需要，可对锚杆持有的承载力实施监测。

6.15 锚杆检测与监测方法应符合 GB 50086、SL 377、JGJ/T 401 的相关规定。

7 质量检验与验收

7.1 一般规定

7.1.1 玻璃纤维锚杆规格、尺寸及力学性能必须满足设计要求。

7.1.2 玻璃纤维锚杆支护工程施工过程及竣（完）工后，应按设计要求和质量合格条件分

步分项进行质量检验和验收，需要挖除的临时性锚杆根据具体情况可不进行质量检验和验收。

7.1.3 锚杆施工质量控制、检验和验收应包括施工期原材料和配套产品的检验、施工过程中间质量检验和施工完成后的质量检验。

7.2 质量检验

7.2.1 锚杆原材料和配套产品的质量检验应在相应工序施工前进行，除生产厂家的质量检验外，还应进行现场按批抽样复检，检验批组和抽样应符合 JG/T406 的相关规定，质量检验应包括下列内容：

- a) 原材料及产品出厂合格证、材质单及检验报告检查；
- b) 原材料及产品现场抽样检验；
- c) 锚杆胶结材料强度等级、配合比检验。

7.2.2 锚杆施工过程中间的施工质量应进行检验。锚杆成孔质量首次检验宜由总监理工程师或建设单位项目技术负责人组织勘察、设计、监理、施工和建设单位等人员共同实施。

7.2.3 玻璃纤维锚杆支护工程应作为单元工程进行质量验收评定，宜以每一施工区（段）划分为一个单元工程。

7.2.4 玻璃纤维锚杆施工质量检验应符合表 2 的规定。

表 2 玻璃纤维锚杆施工质量检验

项目	序号	检验项目	质量要求	检验方法	检验数量
主控项目	1	锚杆材质和胶结材料性能	符合设计要求	抽检，查看试验资料	按批抽查
	2	孔深偏差	≤50mm	钢尺、测杆量测	抽查 10%~15%
	3	锚孔清理	孔内无岩粉、无积水	观察检查	
	4	锚杆抗拔力（或无损检测） 预应力锚杆张拉力	符合设计和规范要求	查看试验记录	每 300 根抽查 3 根
一般项目	1	锚杆孔位偏差	≤ 150mm（预应力锚杆：≤ 200mm）	钢尺、仪器量测	抽查 10%~15%
	2	锚杆钻孔方向偏差	符合设计要求（预应力锚	罗盘仪、仪器量测	

			杆: $\leq 3\%$)		
	3	锚杆钻孔孔径	符合设计要求	钢尺量测	
	4	锚杆长度偏差	$\leq 5\text{mm}$	钢尺量测	
	5	锚杆孔注浆	符合设计和规范要求	现场检查	
	6	施工记录	齐全、准确、清晰	查看	抽查

7.3 质量验收

7.3.1 玻璃纤维锚杆支护工程验收应取得下列资料:

- a) 工程勘察及工程设计文件;
- b) 工程用原材料的质量合格证和质量鉴定文件;
- c) 锚杆支护工程施工记录;
- d) 隐蔽工程检查验收记录;
- e) 锚杆基本试验、验收试验记录及相关报告;
- f) 设计变更报告;
- g) 工程重大问题处理文件;
- h) 监测设计、实施及监测记录与监测结果报告;
- i) 竣工图。

7.3.2 工程验收应符合 SL 223、SL 377、SL 631 及 SL 633 的相关规定。

参考文献

- [1] GB 50213—2010 （2022年版） 煤矿井巷工程质量验收规范
- [2] GB/T 50299—2018 地下铁道工程施工质量验收标准
- [3] GB/T 51351—2019 建筑边坡工程施工质量验收标准
- [4] JTG/T 3660—2020 公路隧道施工技术规范
- [5] CECS 22:2005 岩土锚杆（索）技术规程
- [6] Q/CR 9248—2020 铁路隧道锚杆支护技术规范
- [7] DB11/T 1342—2016 玻璃纤维增强筋支护技术规程