

西南山区高速铁路建设工程技术研究丛书  
四川省2019—2020年度重点图书出版规划项目

# 西南山区高速铁路建设工程 常见质量问题整治技术

王明慧 ● 编著



西南交通大学出版社

图书在版编目 ( C I P ) 数据

西南山区高速铁路建设工程常见质量问题整治技术 /  
王明慧编著. —成都: 西南交通大学出版社, 2020.6  
(西南山区高速铁路建设工程技术研究丛书)  
ISBN 978-7-5643-7453-2

I. ①西… II. ①王… III. ①山区铁路—高速铁路—  
铁路工程—工程质量—质量管理—西南地区 IV.  
①U238

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2020) 第 096196 号

西南山区高速铁路建设工程技术研究丛书

Xi'nan Shanqu Gaosu Tielu Jianshe Gongcheng Changjian Zhiliang  
Wenti Zhengzhi Jishu

西南山区高速铁路建设工程常见质量问题整治技术

王明慧 编著

责任编辑	姜锡伟
封面设计	何东琳设计工作室
出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号 西南交通大学创新大厦 21 楼)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	<a href="http://www.xnjdcbs.com">http://www.xnjdcbs.com</a>
印 刷	四川煤田地质制图印刷厂
成 品 尺 寸	210 mm × 285 mm
印 张	10.75
字 数	237 千
版 次	2020 年 6 月第 1 版
印 次	2020 年 6 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-7453-2
定 价	98.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换  
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

# 前 言

我国的高速铁路网正在加快形成和完善，国家支持高速铁路的发展，向国外推荐中国高速铁路技术，支持中国高铁走出去，中国高铁成为“一带一路”重要倡议组成部分，成为“中国名片”。

截至 2019 年年底，我国高铁里程达到 3.5 万千米，总里程全球占比超 2/3，预计到 2020 年，全国铁路营业里程将达到 14.6 万千米，其中高速铁路（含城际）3.9 万千米。在全面贯通“四纵四横”高速铁路主骨架基础上，推进“八纵八横”主通道建设；实施一批客流支撑、发展需要、条件成熟的高速铁路项目；高速铁路服务范围进一步扩大，基本形成高速铁路网络。

根据国家规划及地方发展需要，在今后一个时期，铁路建设主要集中在中西部地区，中西部地区的高速铁路建设项目逐渐增多。西部山区不良地质地段多，地势变化大，地质条件复杂，路基往往存在高填方或高挖方段，桥梁建设基本位于山谷或河流中，隧道占比大、长大隧道数量多。在山区修建高速铁路不但增大了建设投资和施工难度，而且增加了建设管理的难度，其工程质量不仅关系到铁路运输和人民群众生命财产安全，也关系到中国高铁“走出去”成果的进一步巩固扩大。

近年来，铁路建设系统采取了大量措施强化质量管理、过程控制，大力推进标准化管理、标准化作业和铁路建设“红线”管理，积极推行高速铁路施工“专业化、机械化、工厂化和信息化”，形成了一套行之有效的管理办法和先进的施工工艺。但是，一些建设项目、施工工点的质量管理水平低下，常见的质量问题在施工过程中反复出现，个别问题处理不当而影响后期运营。为确保高速铁路建设质量和后期运营安全，针对高速铁路建设中常见的质量问题，我们汇集整理了施工过程以及质量验收工作中的一手资料，分专业、分部位精心编辑，编制了本书。

为了更好地贴近现场施工，易于相关行业管理人员、现场工程技术人员学习和掌握，使常见质量问题得到更好的预防和处理，本书根据铁路工程主要专业，分隧道工程、路基工程、桥涵工程、轨道工程、房建工程、通信信号工程、电力及牵引供电工程等 7 章，对每章最常见的质量问题的工程部位、工序等进行细致划分，分别对每一类、每一种工程质量问题的现象、原因分析、防治措施等进行了详细阐述，并辅助以大量现场施工质量问题的照片和施工标准相片等进行说明。本书所列质量问题的现象直观、

明确，原因分析的内容翔实、说明清楚，预防和治理的措施规范、正确、重点突出，施工标准相片更易直观突现作业标准、规范各个工序施工。本书对系统全面地做好工程质量问题防治工作有很好的指导作用。

由于时间仓促，铁路建设现场施工情况复杂，再加上编者水平所限，书中难免有疏漏之处，敬请读者和业内专家给予批评和指正。

作 者

2020年5月

# 目 录

第 1 章	隧道工程	1
1.1	洞 口	1
1.2	洞 身	3
第 2 章	路基工程	45
2.1	软基处理	45
2.2	路基填筑	46
2.3	路堑开挖	50
2.4	路基防护	50
第 3 章	桥涵工程	58
3.1	桩基承台	58
3.2	墩 台	63
3.3	混凝土现浇梁	71
3.4	涵 洞	79
第 4 章	轨道工程	81
4.1	轨枕施工	81
4.2	路基支承层施工	84
4.3	底座施工	85
4.4	道床板施工	89
第 5 章	房建工程	96
5.1	土方及基础工程	96
5.2	模板安装工程	98
5.3	钢筋制作、安装	102
5.4	混凝土结构	106
5.5	钢结构工程	110
5.6	砌体工程	113

5.7	幕墙工程	117
5.8	吊顶工程	121
第 6 章	通信信号工程	124
6.1	室外设备	124
6.2	光(电)线路工程	135
6.3	室内设备安装	137
6.4	室内防雷接地安装	142
6.5	设计问题	146
第 7 章	电力及牵引供电工程	148
7.1	材料、零部件及设备	148
7.2	变、配电所防雷、接地	149
7.3	电缆敷设	152
7.4	接触网基础、拉线、硬横梁安装工程	153
7.5	接触网支柱装配、导线架设	156
7.6	电连接相关问题	161
7.7	安全距离不足问题	162
7.8	力矩不达标问题	164
7.9	成品保护不力问题	164
参考文献		166

# 第 1 章 隧道工程

西南地区高速铁路长大隧道多，地质条件复杂，施工安全风险大，隧道施工工序多，工艺烦琐，诱发质量问题因素多，特别是建成运营后，对隧道质量问题整治不仅难度大、成本高，而且严重危及行车安全。本章从隧道洞口工程、洞身工程（开挖、支护、防排水、衬砌等工序）对施工过程中常见质量问题进行原因分析，提出防治措施。

## 1.1 洞 口

### 1.1.1 洞口开挖

洞口开挖质量问题主要包括洞口边坡垮塌或存在严重垮塌风险（图 1.1）。



图 1.1 洞口边坡垮塌

（1）现象：洞口边坡出现垮塌、表土溜滑、开裂等现象。

（2）原因分析：

- ① 未按设计要求开挖工法施工。
- ② 防排水（截水）设施不到位，削弱了洞口边坡稳定性。
- ③ 未逐级开挖逐级支挡，开挖后支挡不及时。

（3）防治措施：

- ① 严格按设计工法进洞。
- ② 洞口截排水沟提前施作。
- ③ 及时施作支挡结构。



### 1.1.2 洞口防护

洞口防护质量问题主要指洞口喷射混凝土工程失效（图 1.2）。



图 1.2 洞口混凝土剥离

（1）现象：洞口喷射混凝土工程出现破损、脱落。

（2）原因分析：

① 未按设计要求打锚杆、挂网，喷射混凝土厚度不足。

② 现场检查、验收不到位。

（3）防治措施

① 现场技术交底清楚，作业标准培训到位。

② 现场按设计和规范要求施工和验收，保证锚杆长度、网片间距、混凝土厚度等符合设计和规范要求。

### 1.1.3 截排水

1. 水沟开裂、下沉、淤积（图 1.3）



图 1.3 水沟下沉开裂

（1）现象：水沟下沉、开裂、淤积。

(2) 原因分析：水沟基础回填不密实，施工缝设置不合理。

(3) 防治措施：水沟开挖后必须回填密实，合理设置施工缝。

## 2. 明洞回填与设计不符（图 1.4）



图 1.4 明洞回填大量块石

(1) 现象：明洞回填采用单侧回填，填料中有大量块石，回填未分层夯实。

(2) 原因分析：

① 技术交底和作业标准培训不到位。

② 现场检查、验收不到位。

(3) 防治措施：

① 明洞顶回填施工应在防水层施作完成、混凝土强度达到设计后进行。

② 墙背回填应对称进行，不得对拱、墙衬砌产生偏压，分层回填密实，做好检查、验收工作。

## 1.2 洞身

### 1.2.1 洞身开挖

#### 1. 洞身开挖方法不符合设计要求（图 1.5）



图 1.5 未按设计工法开挖



(1) 现象：软弱围岩地段不按照设计工法开挖（三台阶七步作业法预留核心土不规范、临时仰拱设置不规范、拉槽开挖等）。

(2) 原因分析：

① 现场管理人员履职不到位，安全意识淡薄，现场施工组织不力，擅自更换开挖工法追求开挖进度，未按设计图纸、围岩开挖方法会议纪要要求组织工法开挖施工，存在偷工行为。

② 作业人员未按照技术交底要求组织施工，对不按规定工法开挖带来的安全风险缺乏正确认识。

③ 实际地质情况发生变化时，未及时落实变更手续流程，凭经验擅自更换开挖工法。

④ 采用劳务模式（架子队）导致规定工法得不到落实。

(3) 防治措施：

① 严格落实现场监督管控措施，落实跟班作业、跟踪管理责任。

② 加强对作业人员的技术交底培训，严格按照工法规定要求组织开挖施工，管理人员严格审批施工材料发放数量。

③ 地质勘察详细，严格履行隧道施工变更审核、审批手续。

④ 优化架子队模式。



图 1.6 三台阶预留核心土

## 2. 开挖进尺一次性开挖过大（图 1.7）



图 1.7 一次性开挖进尺超标

(1) 现象：软弱围岩上台阶一次性开挖 2 榦，下台阶四级围岩，一次性开挖 5 榦。

(2) 原因分析：

- ① 超前地质预报未及时施作，未能及时反映围岩的变化。
- ② 软弱围岩进尺标准落实不到位或盲目追求进度。
- ③ 现场安全教育培训不到位，作业人员对安全风险缺乏正确的认识。

(3) 防治措施：

- ① 现场严格执行超前地质预报，准确反映围岩的变化，确定开挖进尺。
- ② 强化对作业人员的安全教育培训，提升安全意识，落实作业标准。
- ③ 严格落实现场监督管控措施，落实跟班作业、跟踪管理责任。

### 3. 洞身存在超、欠挖（图 1.8）

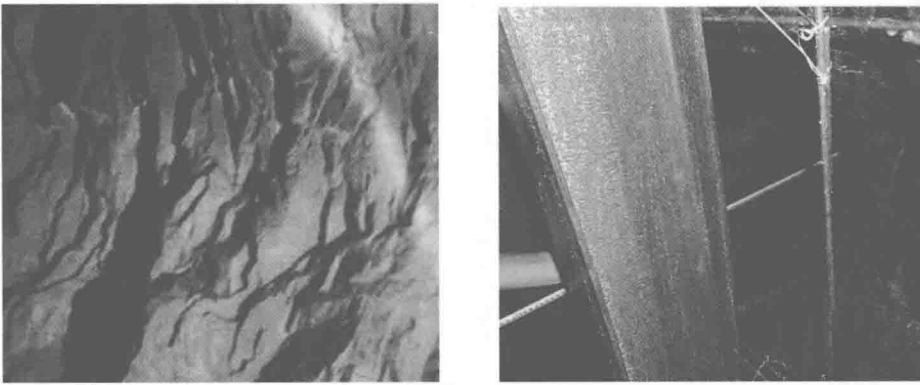


图 1.8 隧道超挖

(1) 现象：隧道开挖轮廓不好，光爆效果差，拱架部分存在超挖。

(2) 原因分析：

- ① 施工技术管理检查、复核制度执行不严，存在测量放线误差或放大轮廓尺寸现象。
- ② 钻孔开孔位置根据地质条件和机具设备由钻爆设计确定，但实际操作时存在按司钻者的经验和操作技术施作的现象，易出现超、欠挖。
- ③ 为了避免欠挖，凿岩机钻杆必须有一个外插角，实际开挖成的轮廓线呈锯齿形，锯齿凹入岩壁部分即构成超挖。

④ 地质条件变化，遇有围岩与炮孔方向夹角较小的竖向或水平成层的层理或节理时，因夹制作用不同，会引起钻杆外插角变化；水平成层围岩形成门框形断面，而在框角处超挖最多，竖向倾斜岩层则易在两拱脚形成超、欠挖；节理发育的围岩，更容易形成局部超挖。

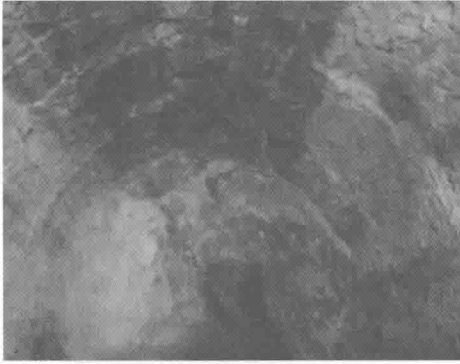
(3) 防治措施：

- ① 严格落实测量、钻爆、开挖质量检查制度，控制好测量放线精度，现场正确定位。
- ② 提高钻孔技术水平，严格控制开孔位置、外插角和底孔位置，炮眼定位要准确，周边眼间距一般不得大于 40 cm，炮眼总数（个）一般不小于  $35 + \text{开挖断面积（取整数，m}^2\text{）}$ 。
- ③ 根据围岩变化调整钻孔方位和角度，或适当调整周边孔的参数。



④ 通过工程类比和现场实际，优化爆破参数；必须严格控钻孔精度，重点控制周边孔眼的外插角及炮眼分布均匀度，做到及时检测及反馈。

⑤ 控制超、欠挖，欠挖应凿除，超挖部分应采用同级混凝土回填或喷射混凝土回填。



(a) II、III级围岩光面爆破成型照片



(b) IV级围岩人工开挖爆破效果照片

图 1.9 光面爆破成型照片

### 1.2.2 洞身支护

#### 1. 监控量测点布置不规范（图 1.10）

(1) 现象：测点反光片用钢钉固定，量测点未埋入基岩，监控量测已被喷浆料全覆盖。

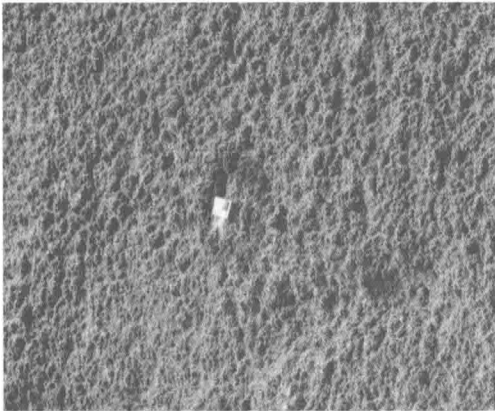


图 1.10 监控量测点布置不到位

(2) 原因分析：

- ① 技术交底和作业标准落实不到位。
- ② 监控量测点埋设及保护工作检查不到位。

(3) 防治措施：

- ① 对监控量测人员进行交底培训，落实作业标准。
- ② 严格落实现场监控量测工序验收手续，落实跟班作业、跟踪管理责任。



图 1.11 量测点布置示意图

## 2. 超前支护不符合要求（图 1.12）

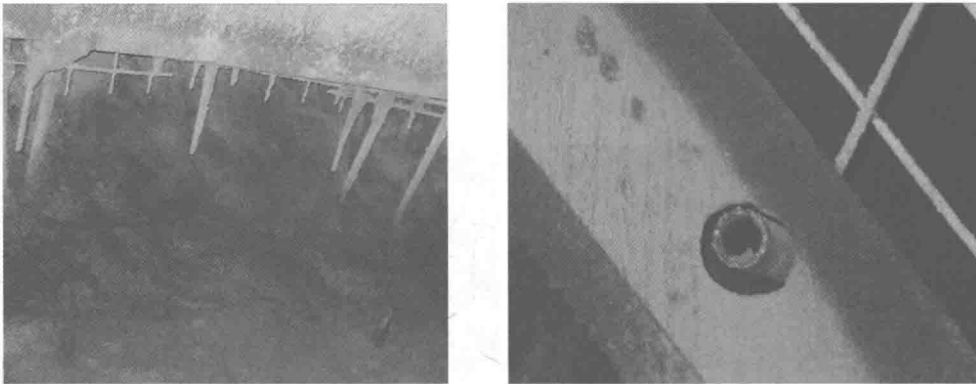


图 1.12 超前小导管未按设计施工

（1）现象：掌子面拱顶局部超前小导管环向间距过大、悬空，施工角度不对，注浆不到位。

（2）原因分析：

- ① 现场检查验收不到位，钻孔定位间距偏大。
- ② 作业台架高度以及钻杆长度影响作业空间，导致小导管钻设角度不易控制。
- ③ 围岩岩性、构造复杂，导致钻设时角度偏差。
- ④ 现场管理人员履职不到位，检查不细致。

（3）防治措施：

- ① 钻孔前须复核孔位位置，钻入后进行固定，避免钻进过程中出现歪斜。
- ② 优化作业台架，确保小导管施工时作业空间满足要求。
- ③ 根据实际围岩情况，在允许误差范围内调整开孔位置和角度。
- ④ 加强现场监督检查，确保导管注浆饱满。

## 3. 初期支护锚杆（管）未按设计施作（图 1.13、图 1.14）

（1）现象：



① 锚管间距偏大、长度不足，锁角钢管施作角度与设计不符、未与钢架有效连接，锚杆注浆不饱满。

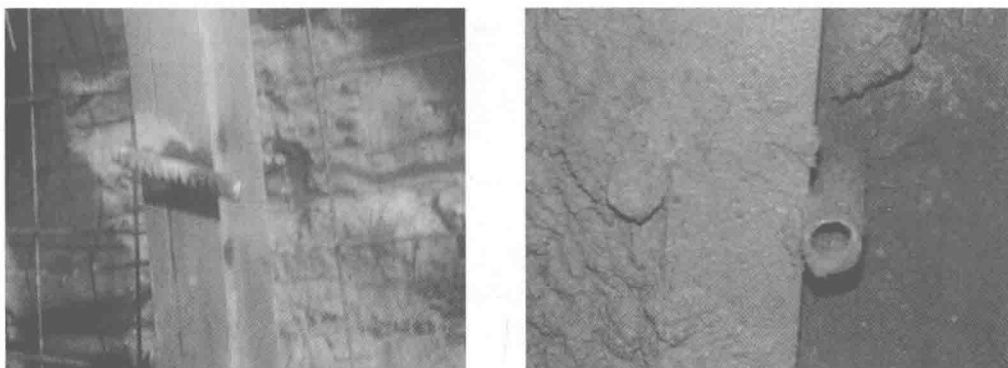


图 1.13 锚管（杆）未按设计施工

② 锁脚锚杆与钢架未采用 U 型焊接，锁脚锚杆打入角度不对，小于设计（与水平线夹角  $20^\circ$ ）要求

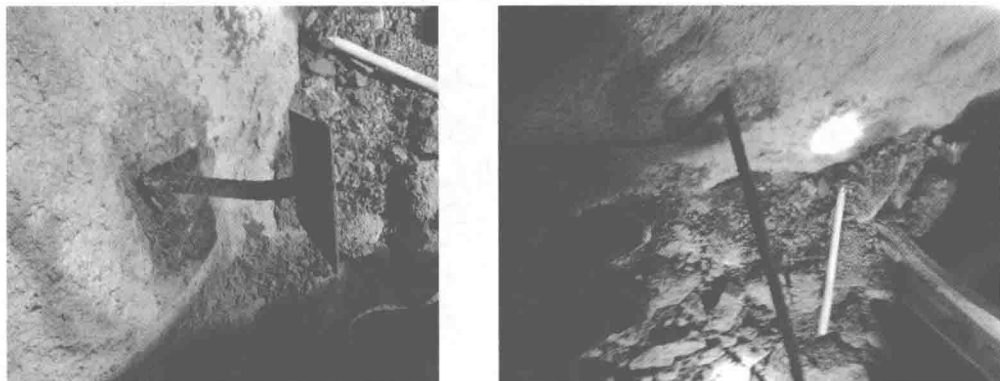


图 1.14 3 m 的径向锚杆注浆不饱满

## (2) 原因分析：

- ① 孔位布置不均，采用一般风动凿岩机钻孔，未采用专用机械钻孔施作。
- ② 过程检查验收不严，未及时清退长度不足的锚管（杆）。
- ③ 现场对锁角钢管技术交底不到位或过程监管失责。
- ④ 浆体配置未严格执行配合比。
- ⑤ 注浆不饱满、孔内空气未排尽或压力不够。

## (3) 防治措施：

- ① 按照设计图纸布置孔位，锚杆采用专用机械成孔打入，用一般风动凿岩机时应配备专用冲击器，钻孔应圆而直，应与围岩壁面或其所在部位岩层的主要结构面垂直。
- ② 现场要根据设计尺寸仔细检查中空锚杆、锁脚锚管（杆）尺寸。
- ③ 杆体插入锚杆孔时，应保持位置居中，插入深度应满足设计要求。
- ④ 砂浆或水泥浆严格按配合比调配，可添加适量的微膨胀剂和速凝剂。

⑤ 加强现场技术指导和管理，做好隐蔽工程的旁站监督、验收工作。

#### 4. 钢筋网片定位不准，搭接长度不足（图 1.15）

（1）现象：钢筋网片未居中布置，紧靠拱架。



图 1.15 钢筋网片未居中、紧靠

（2）原因分析：

① 隧道光爆质量不高、超挖严重，造成初喷混凝土不平顺，钢筋网片随初喷混凝土面起伏铺设，容易造成网片安装、固定不牢固或者搭接长度不一致，局部搭接长度不足。

② 上循环预留搭接钢筋网保护程度不足，预留网格被下循环开挖作业破坏，造成下循环搭接长度不足。

③ 已加工的网片运输、储存保护程度不足，导致钢筋网片变形，不能居中固定。

（3）防治措施：

① 提高光爆效果，测量放样时要精确标出开挖轮廓线，并根据围岩情况动态调整和优化光面爆破参数，减少和控制超欠挖现象。

② 加强钢筋网片成品和已安装的网片保护，制作成型的钢筋网片必须堆放在指定的半成品堆放场地上，存放和运输过程中要避免潮湿的环境，防止锈蚀、污染和变形。施工前应检查钢筋网片外观是否平整，无翘曲变形。

③ 严格落实“首件制”，对隧道井在施工过程中严格按照“三检”制度，加强过程管控，上道工序不合格、隐蔽工程未经验收，不得进入下道工序作业，确保各道工序的施工质量。

#### 5. 格栅钢架制作不规范（图 1.16）

（1）现象：格栅钢架八字结未连接、八字结与主筋未焊接，与图纸不符。

（2）原因分析：

① 技术交底不清楚，现场检查验收不细致。

② 加工模具制作粗糙，工艺掌握不熟练。

（3）防治措施：

① 强化现场技术指导，严格按设计图纸加工。



② 改进加工模具，提高施工工艺水平。

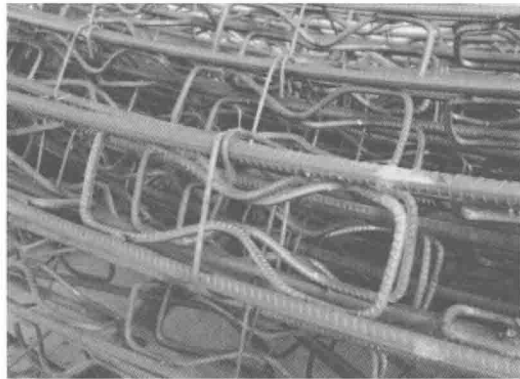
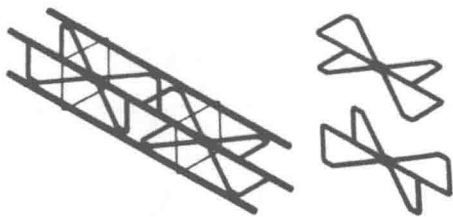
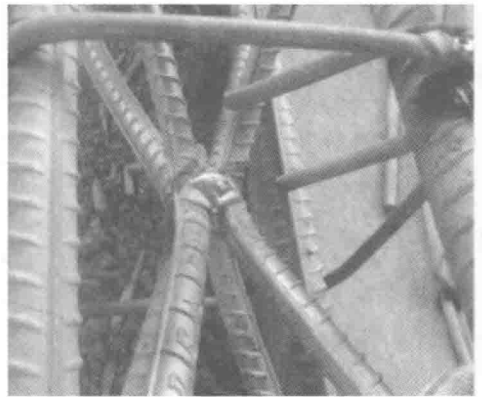


图 1.16 格栅钢架八字结未连接



(a) 格栅钢架结构空间示意图

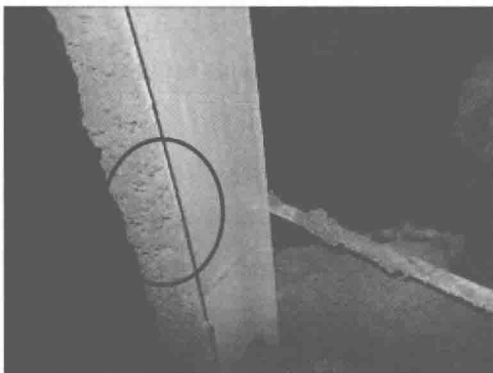


(b) 节点焊接示意图

图 1.17 格栅钢架平面图和节点焊接示意图

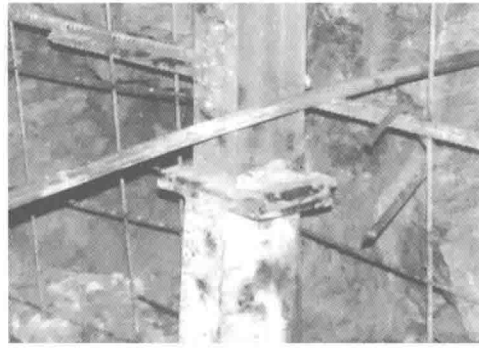
#### 6. 钢架制作、安装不规范 (图 1.18)

(1) 现象：工字钢拱架焊接处无补强措施，连接板处无加劲角钢；钢架法兰盘连接不密贴，螺丝不全，采用焊接连接；采用 M18 代替设计的 M24 螺栓，降低了工字钢拱架接头连接处的强度和抗剪力。

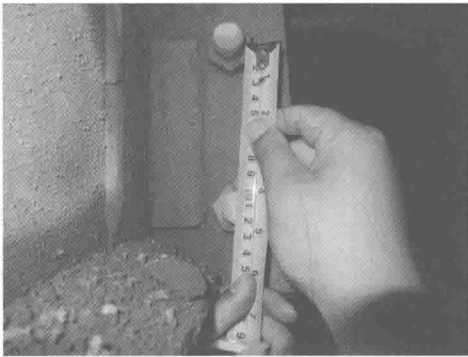


(a) 钢架连接处无加肋角钢





(b) 钢架法兰盘螺丝不全、连接存在缝隙，钢架法兰盘连接采用焊接

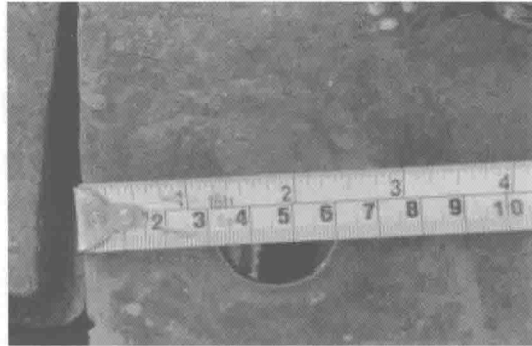
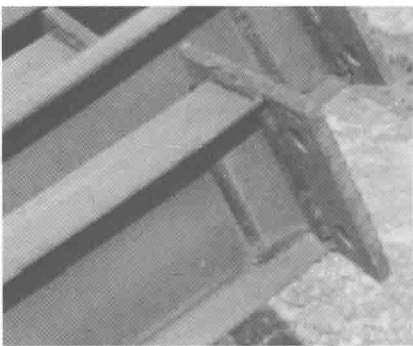


(c) 采用 M18 代替设计的 M24 螺栓，连接钢板钻孔采用  $\phi 25$  代替设计的  $\phi 29$

图 1.18 钢筋制作、安装不规范

(2) 原因分析：

- ① 加工工字钢拱架偷工减料，出厂验收把关不严。
- ② 工字钢出厂前未进行试拼或现场保护不到位，工字钢各个单位变形，安装过程中定位偏差大。
- ③ 工字钢上导段定位不准导致下导对应、衔接存在缝隙。



(a) 工字钢焊接角钢加肋

(b) 钻孔尺寸满足设计要求

图 1.19 工字钢焊接角钢加肋及钻孔尺寸满足设计要求

(3) 防治措施：

- ① 对加工厂作业人员进行技术交底及作业培训，做好验收工作。
- ② 工字钢半成品验收、试拼合格后方可出厂。