

乌鞘岭特长铁路隧道
修建技术与工程管理

铁道部工程管理中心

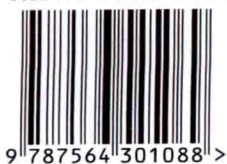
西南交通大学出版社

乌鞘岭特长铁路隧道 修建技术与工程管理

铁道部工程管理中心

西南交通大学出版社

ISBN 978-7-5643-0108-8



图书在版编目 (C I P) 数据

乌鞘岭特长铁路隧道修建技术与工程管理 / 铁道部工程
管理中心. —成都: 西南交通大学出版社, 2009.3

ISBN 978-7-5643-0108-8

I. 乌… II. 铁… III. 铁路隧道—隧道工程—工程技术
IV. U459.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 162847 号

乌鞘岭特长铁路隧道修建技术与工程管理

铁道部工程管理中心

*

责任编辑 张 波

特邀编辑 杨 勇

西南交通大学出版社出版发行

(成都市二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

四川省印刷制版中心有限公司印刷

*

成品尺寸: 210 mm×285 mm 印张: 17.5 插页: 5

字数: 443 千字

2009 年 3 月第 1 版 2009 年 3 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-0108-8

定价: 180.00 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

序

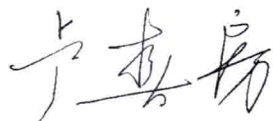
乌鞘岭特长铁路隧道是我国第一座长度超过 20 000 m 的特长铁路隧道，是铁路“十五”期间重点工程项目。该隧道位于兰（州）新（疆）铁路兰州西至武威南段增建Ⅱ线打柴沟车站与龙沟车站之间，地处甘肃省天祝县与古浪县境内。尽快打通乌鞘岭特长铁路隧道、建成兰武Ⅱ线，形成与整个亚欧大陆桥通道相匹配的运输能力，对完善和强化路网布局、加快西部大开发、服务国家能源战略、满足国防需要以及维护民族团结都具有重要意义。

乌鞘岭特长铁路隧道设计为两座单线隧道，左、右线隧道长均为 20 050 m，总工期 40 个月。隧道高程位于 2 400 m 以上，最大埋深 1 100 m，穿越岭脊宽近 8 000 m 的区域性构造挤压带和总宽约 1 500 m 的 F_4 、 F_5 、 F_6 、 F_7 四条区域性断层。隧道穿越区域内较大范围存在复杂高地应力、软弱围岩流变变形等一系列难题，属国内外罕见。

广大建设者在铁道部的正确领导下，万众一心，艰苦拼搏，精心管理，精心设计，精心施工，攻克了活动性断层、高地应力条件下软岩流变等重大技术难题，形成了一整套复杂（高）地应力软弱围岩隧道修建技术，全面实现了安全、质量、工期、投资、环保和技术创新的建设目标，为我国铁路又好又快发展作出了突出贡献。

为全面总结乌鞘岭特长铁路隧道建设所取得的丰硕成果，铁道部工程管理中心组织参建单位编写了这本《乌鞘岭特长铁路隧道修建技术与工程管理》，这是一部很有价值的技术和管理文献，对于提高我国长大隧道工程技术管理水平，具有重要的参考价值和借鉴意义。

在《乌鞘岭特长铁路隧道修建技术与工程管理》出版之际，谨向全体建设者致以崇高的敬意！



二零零九年二月六日



铁道部部长刘志军在开工动员大会上讲话



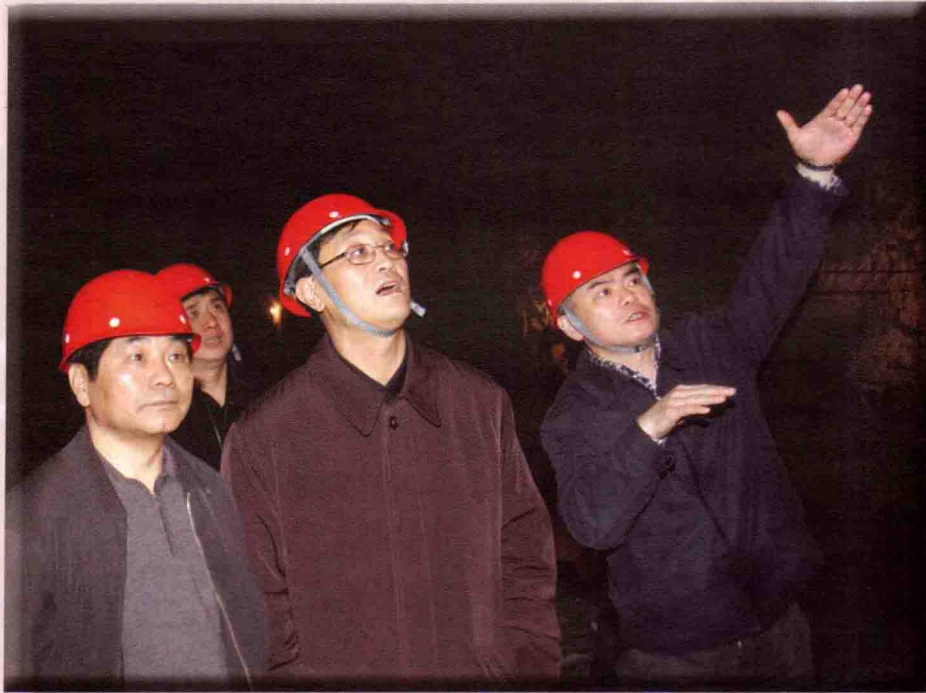
铁道部部长刘志军为越岭攻关突击队授旗



时任铁道部副部长蔡庆华（前排中）视查工地



铁道部副部长陆东福（右三）部署越岭攻关



铁道部副部长卢春房（前排中）视察隧道施工



铁道部总工程师何华武（前排中）视察工地

目 录

第 1 篇 隧道工程概况	1
1 乌鞘岭隧道的修建意义 3	
2 线路基本情况及技术标准 6	
3 乌鞘岭隧道地质简况及工程特点 8	
4 工程投资 10	
第 2 篇 隧道地质勘察	11
5 隧道初期地质勘察 13	
5.1 初期地质勘察工作 13	
5.2 乌鞘岭隧道区域地质特征 14	
6 乌鞘岭越岭方案选择 22	
6.1 既有线乌鞘岭地段线路现状 22	
6.2 越岭方案比选 22	
7 加深地质勘察 31	
7.1 加深勘察的主要内容 31	
7.2 大变形基本特征与原因分析 41	
第 3 篇 隧道预设计与修正设计	43
8 隧道结构预设计 45	
9 隧道结构修正设计 47	
9.1 软弱围岩大变形控制研究 47	
9.2 隧道结构形式试验研究与修正设计 48	
10 相关配套设施设计 83	
10.1 刚性接触网设计 83	
10.2 消防救援防灾设计 84	
10.3 弹性整体道床设计 87	
10.4 防排水设计 94	
11 环境保护 98	
第 4 篇 隧道正洞施工与大变形控制	101
12 富水浅埋黄土地层及泥岩地层正洞施工 103	
12.1 进口段左线富水浅埋黄土地层正洞施工 103	
12.2 进口段右线泥岩地层正洞施工 106	
13 砂岩及砂岩夹砾岩地层正洞施工 109	
13.1 出口段右线正洞快速施工 109	
13.2 出口段左线平行导坑快速施工 113	
14 岭脊段软弱围岩大变形控制与施工 117	
14.1 F_4 断层段正洞施工 117	
14.2 志留系千枚岩地段正洞施工 125	
14.3 F_7 断层段施工 137	
15 运营期结构安全性评价 149	

第 5 篇 辅助坑道设置与快速施工 **151**

- | | |
|---|---|
| <p>16 辅助坑道设置原则与工程特点 153</p> <p> 16.1 辅助坑道的设置原则 153</p> <p> 16.2 辅助坑道的工程特点 154</p> | <p>17 辅助坑道的快速施工 156</p> <p> 17.1 无轨运输斜井的设计与施工 156</p> <p> 17.2 有轨斜井的运输组织 173</p> <p> 17.3 竖井施工技术 180</p> <p>18 辅助坑道的施工效果 191</p> |
|---|---|

第 6 篇 工程管理 **193**

- | | |
|--|---|
| <p>19 建设程序与决策 195</p> <p>20 安全质量管理 197</p> <p> 20.1 规范施工内控标准 197</p> <p> 20.2 监控围岩变形 199</p> <p> 20.3 防坍防爆防溜专项措施 208</p> <p> 20.4 混凝土品质控制 226</p> <p> 20.5 业主管理与监控 231</p> <p>21 施工组织动态管理 235</p> <p> 21.1 施工组织总体安排 235</p> <p> 21.2 施工组织动态调整 235</p> | <p>22 施工图动态设计 241</p> <p> 22.1 超前地质预报 241</p> <p> 22.2 动态设计概述 245</p> <p>23 科学技术支撑 248</p> <p> 23.1 技术咨询 248</p> <p> 23.2 科研攻关 249</p> <p> 23.3 主要科技成果 251</p> <p>24 工程建设成果与体会 253</p> |
|--|---|

编委会 **256**

附录 **257**

- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| <p>乌鞘岭隧道建设大事记 257</p> | <p>乌鞘岭隧道参建单位一览表 261</p> |
|-----------------------|-------------------------|

后记 **262**

第 1 篇

隧道工程概况

乌鞘岭隧道地处兰州至武威间,是兰(州)武(威)Ⅱ线的控制工程,设计为两座单线隧道,左、右线隧道长均为 20 050 m。隧道穿越区域为青藏高原东北路缘构造区、地质褶皱构造和断裂构造发育组成的宽大“挤压构造带”。隧道工程于 2003 年 3 月开工建设,右线隧道于 2006 年 3 月 30 日建成,左线隧道于 2006 年 7 月 31 日竣工,总工期 40 个月。

1 乌鞘岭隧道的修建意义

兰（州）新（疆）铁路是我国内地连通西北的重要铁路干线，是亚欧大陆桥的重要组成部分。乌鞘岭特长铁路隧道（全文简称乌鞘岭隧道）地处兰州至武威间天祝县、古浪县境内，穿越祁连山脉东北部的乌鞘岭，是铁路“十五”期间的重点工程项目之一（图1-1，1-2）。

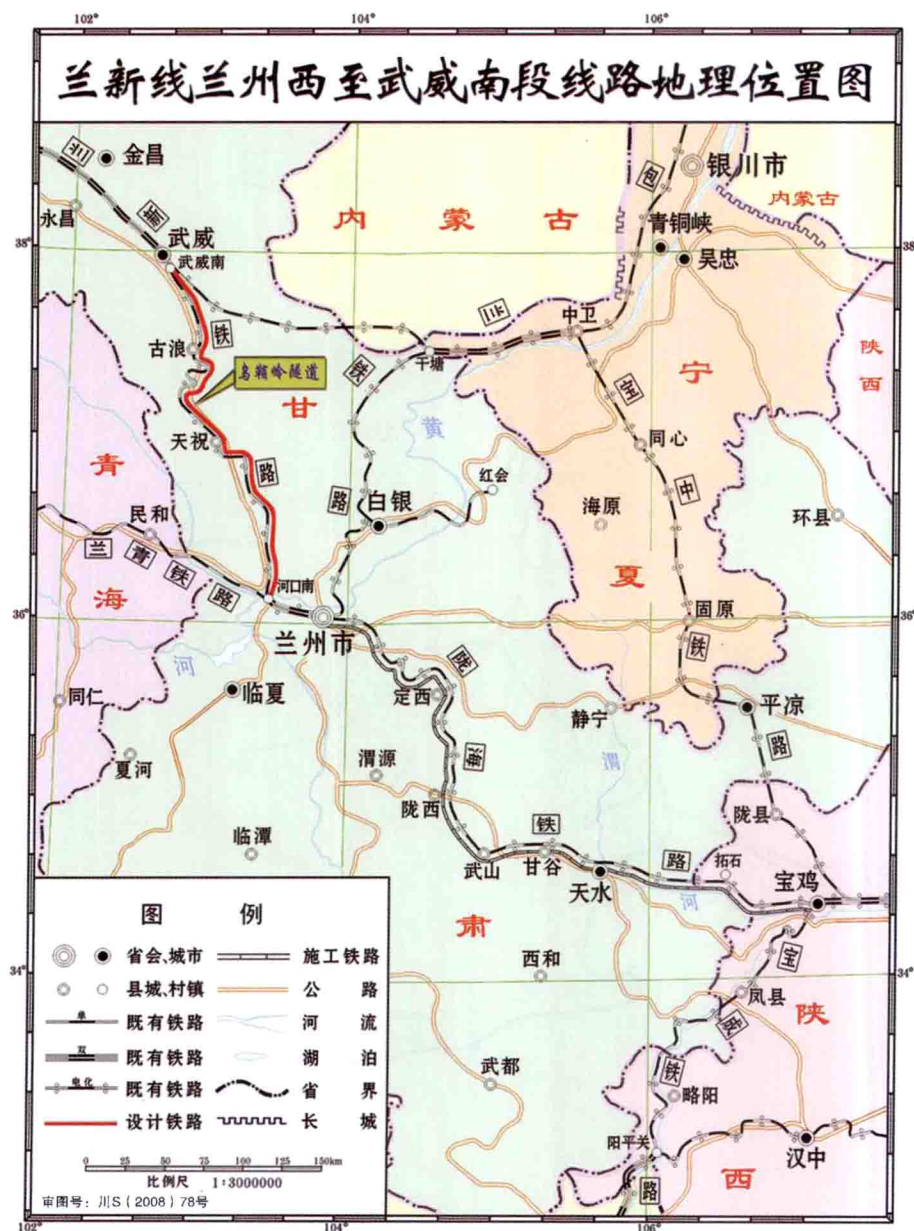


图1-1 兰新铁路兰州西至武威南段线路地理位置图

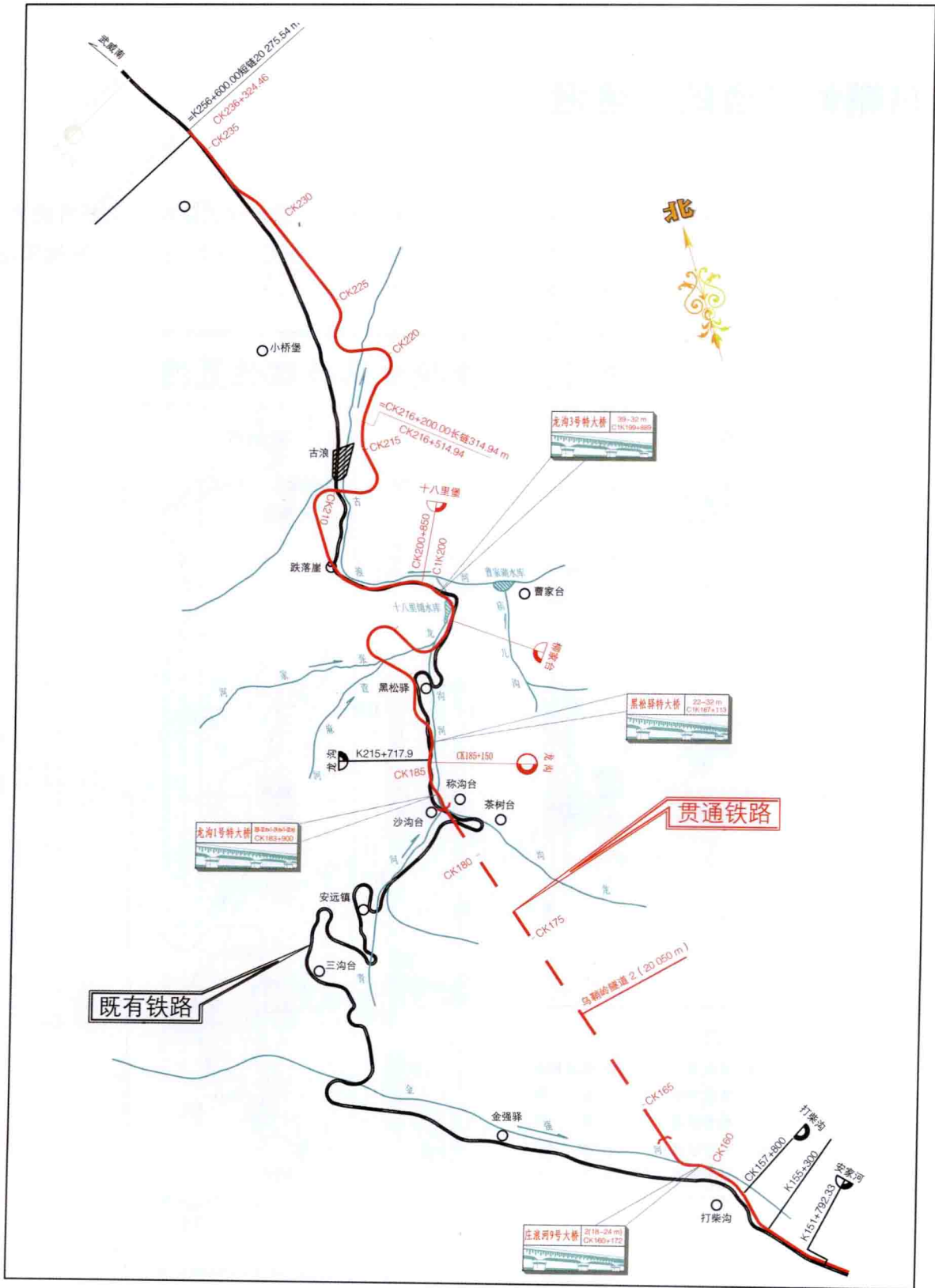


图 1-2 乌鞘岭特长隧道地理位置图

20世纪60年代,由于国力和技术所限,铁路翻越乌鞘岭的线路方案技术标准低,线路条件差,表现为小半径(300 m),大坡度(20‰),长展线(打柴沟至龙沟直线距离24 km,而线路长达59 km),短隧道群(7座,累计长2 655.92 m,最长972.78 m),单线通过,单列牵引质量900 t,年货物运输能力778万t。后经历年多次技术改造,至2002年,陇海铁路连云港至兰州西、兰新铁路武威南至乌鲁木齐已建成复线,形成了客运40对/d,货运5 000万t/a的运输能力。而兰州西至武威南段287 km仍是单线铁路,仅能开行客车13对/d,货运能力仅1 200万t/a。西部大开发战略实施以来,从阿拉山口口岸进口的石油和矿石快速增长,2006年口岸运量超过1 300万t,2007年预计实现1 400万t;新疆地区的石油和农副产品运输需求每年以超过10%的速度增长。由于该区段运输能力限制,大量货物列车不得不绕行干武、包兰线迂回运输。兰州西至武威南段既有单线铁路因标准低、运输能力小,已成为制约亚欧大陆桥通道中唯一的运输“瓶颈”。

为适应亚欧大陆桥大运输能力的需求,兰州西至武威南段Ⅱ线采用特长隧道“双绕”越岭方案穿越乌鞘岭,将既有兰州西至武威南段的打柴沟—龙沟之间7个车站8个区间改为1个区间,运营线路长度由59.7 km缩短为29.3 km,限坡由20‰降为13‰,从而大幅度提高兰州至武威段的运能和运量。乌鞘岭隧道的修建,对提升技术标准,改善兰州至武威段Ⅱ线线路条件,形成与整个亚欧大陆桥通道相匹配的运输能力,对完善和强化路网布局,加快西部开发,服务国家能源战略、国防需要以及维护民族团结都具有重要意义。

2 线路基本情况及技术标准

兰武Ⅱ线基本情况

兰新铁路兰州西—武威南段增建的第Ⅱ线起于兰州西站，沿黄河二级阶地西行经河口南站跨黄河后溯庄浪河而上，在既有打柴沟站与龙沟车站之间以特长隧道穿越乌鞘岭后沿龙沟河、古浪河峡谷而下，进入河西走廊与既有线并行引入武威南站。

乌鞘岭隧道位于既有铁路兰州西至武南威段打柴沟车站与龙沟车站之间，设计为两座单线隧道，左、右线隧道长各为 20 050 m；隧道出口段线路位于半径为 1 200 m 的曲线上，左、右线缓和曲线伸入隧道分别为 127.29 m 和 68.84 m，其余地段均位于直线上；两隧间距为 40 m，左线隧道高程较右线低 0.56~0.73 m；左、右线隧道线路纵坡相同，除进口 140 m 为 7‰上坡外，其余均为 11‰的单面下坡。进口位于天祝县打柴沟镇赵家庄附近，地形开阔，施工条件和弃渣条件较好，右线轨面设计高程 2 663.36 m；出口位于古浪县龙沟乡的砂沟台，地形较狭窄，施工场地和地形条件较差，右线轨面设计高程 2 447.32 m。隧道洞身最大埋深 1 100 m 左右。

兰武Ⅱ线主要技术标准

兰武Ⅱ线主要技术标准见下。

(1) 铁路等级：国铁Ⅰ级。

(2) 正线数目：双线。

(3) 限制坡度：6‰，双机 13‰。

(4) 最小曲线半径：

旅客列车行车速度 160 km/h，一般地段 2 000 m，困难地段 1 600 m；

旅客列车行车速度 140 km/h，一般地段 1 600 m，困难地段 1 200 m；

旅客列车行车速度 120 km/h，一般地段 1 200 m，困难地段 800 m。

(5) 牵引种类：电力。

(6) 机车类型：

货运机型，满足 13‰限坡牵引 4 000 t 的 SS 型机车；

客运机型，满足行车速度 160 km/h 要求的 SS 型机车。

(7) 牵引质量：4 000 t。

(8) 到发线有效长度：850 m，双机 870 m。

(9) 闭塞类型：自动闭塞。

乌鞘岭隧道主要技术标准

乌鞘岭隧道主要技术标准见下。

- (1) 隧道建筑限界：“隧限-2A”，并满足双层集装箱（一个超高箱与一个高箱叠加）。
- (2) 旅客列车的最高行车速度：满足流线型列车运行速度 160 km/h。
- (3) 道床类型：弹性整体道床。
- (4) 轨道类型：按重型轨道设计，预留特重型轨道条件，一次铺设无缝线路。
- (5) 抗震及设防：本隧道位于八度地震区，洞口段衬砌按抗震要求和国防要求设计。