

华润电力汉台区 20 万千瓦光电生态
综合示范项目石门灌区灌排渠架设光伏
影响分析论证报告

汉中市汉江水利水电勘察设计有限公司

二〇二五年八月·汉中



批 准： 贺紫薇

审 定： 贺 赞

审 核： 张 蓓

校 核： 崔 力

设 计： 荀 浩 赵超群 崔 力

前 言

在“碳中和”和“碳达峰”目标升级为国家战略的背景下，随着政策支持和技术进步，我国光伏产业成长迅速，农光互补、林光互补、渔光互补、牧光互补等复合光伏项目发展势头正劲。汉中太阳能资源较为丰富，通过合理开发太阳能资源，补充系统电量不足，可有效支持电力生产可持续发展。华润电力汉台区 200MW 光电生态综合示范项目的建设，可以缓解汉中电网供需矛盾，提高清洁能源在能源结构中的比重。项目实施将面临广阔的市场发展空间，项目的发展在赢得企业利润的同时，也能更好地服务社会，增加财政收入，提高劳动就业率。项目建设还将形成产业集群，拉大产业链条，对项目建设地的经济发展起到很大的促进作用。本项目的实施还有助于推动农业生产、生态植被恢复与清洁发电的有机结合，提高土地综合利用效率，助力实现国家“碳达峰”“碳中和”目标。

为了拓展复合光伏项目在渠光互补方面的应用，分析论证石门水库灌区灌溉渠道光电建设项目对灌溉水体、渠道及其建筑物的影响，为科学合理利用灌溉渠道发展光伏产业提供技术支撑和参考，开展石门水库灌区灌溉渠道光电建设项目对灌溉水体及工程的影响分析论证工作十分必要。受华润新能源（汉中）有限公司委托，我公司承担了该项目的分析论证工作。公司领导高度重视，迅速抽调精兵强将，认真开展分析研究和论证工作，在有关单位领导和专家的大力支持帮助下，依据《华润电力汉台区 20 万千瓦光电生态综合示范项目石门灌区灌排渠架设光伏专项技术实施方案》完成了分析论证报告的编制，

在此表示感谢。由于本项分析论证属全新工作，无参考和借鉴资料，存在不足在所难免，敬请谅解指正。

目录

1 基本情况	1
1.1 石门灌区及渠道	1
1.2 光电项目及渠道利用	5
1.3 光电项目渠道及建筑物利用方案	7
2 论证方法	16
2.1 论证原则	16
2.2 论证内容	16
2.3 工作程序	16
2.4 论证方法	16
2.5 基本资料	17
2.6 水平年	17
3 论证要求	18
3.1 基本要求	18
3.2 论证范围	18
4 主要影响因素分析论证	19
4.1 项目合规性分析	19
4.2 水温影响分析	21
4.3 水质影响分析	25
4.4 光伏板雨水集中排放影响分析	29
4.5 渠道工程及其建筑物安全影响分析	32
4.6 渠道工程建设及正常维修养护影响分析	33

4.7 日常运行管理影响分析	34
5 论证结论及方案调整完善建议	35
5.1 分段利用，合理布设	35
5.2 适当抬高光伏支架高度	35
5.3 增设雨水集中排放设施	36
5.4 光伏支架立柱位置优化调整建议	36
5.5 光伏支架立柱桩基施工建议	36
6 综合结论与建议	37
6.1 综合结论	37
6.2 建议意见	38
附件	40
1.渠道光电项目位置示意图	40
2.《华润电力汉台区 20 万千瓦光电生态综合示范项目石门灌区 灌排渠架设光伏专项技术实施方案》（报告）	40
3.《华润电力汉台区 20 万千瓦光电生态综合示范项目石门灌区 灌排渠架设光伏专项技术实施方案》（图册）	40
4.专家评审主要意见及修改补充说明确认表	40
参考文献	41

1 基本情况

1.1 石门灌区及渠道

石门水库灌区位于陕西省汉中市，设计灌溉汉台、城固、勉县、经济开发区四县（区）20 个乡镇）办事处 232 个行政村农田 51.5 万亩。石门灌区地处汉中盆地腹心，属盆地丘陵区。根据灌区地形变化特点，分成东干、西干、南干 3 个独立灌溉系统。灌区西起勉县纪寨，东至城固胥水河，北依秦岭，南临汉江。东西长 30km，南北宽 20km。地势北高南低，地面从西北略向东南倾斜，东、西干渠灌区地形变化较大，地面坡度一般为 1/50，南干渠灌区地势较为平坦。灌区海拔高度在 500~625m 之间。灌区内有褒河、文川河、洪沟河、干沟河、华阳河等自北向南流入汉江的支流。灌区地下水埋深变化不大，中南部一般小于 5m，北部大于 5m。水位年变幅平均在 1~3m，最大可达 5m。地下水流向总体从西北向东南。

石门灌区属北亚热带季风气候区，气候温和，多年平均气温 14.3℃，最高温度 38℃，最低温度 -9℃，最大冻土深 0.05m。多年平均风速 1.2m/s，年平均日照时数 1690h，无霜期（3~10 月）236 天。灌区多年平均降水量 823mm，5~9 月降雨量占全年降水量的 73.5%。多年平均蒸发量 885mm，年平均干旱天数 20~40d。

石门灌区为市属灌区，灌区地处汉中市城区周边，农村经济较为发达，人口密集，交通便利，有 108、316 国道、十天高速、宝巴高速、西成高铁和地方公路贯穿东西和南北。灌区总人口 62.4 万，其

中：城镇人口 20.4 万，农业人口 42 万，灌区总耕地面积 51.8 万亩，规划灌溉面积 47 万亩，有效灌溉面积 40.2 万亩。灌区现有耕地面积约占汉中市总耕地面积的 1/9，年粮食总产量 32.4t 左右，约占全市粮食总产量的 1/4，是汉中市重要的粮油生产基地，也是我省最大的水稻灌区。

石门灌区粮食作物以水稻为主，小麦、豆类次之，一年两熟，水旱轮作；经济作物有油菜、柑桔、果蔬等。灌区农村经济以农业生产为主，目前已发展有柑桔、果蔬、苗圃、花卉等生产基地和农业观光示范项目。主要作物种植比例为：水稻 92%、小麦 48%、油菜 34%、蔬菜、花卉、果木等经济作物 8%，复种指数 182%。粮经比 77:23。2021 年灌区粮食总产值 13.05 亿元，粮食单产 798kg/亩，农民年人均纯收入 12966 元。



灌区水稻丰收

灌区有东、西、南三条干渠，总长 89.32km，设计总引水能力 $56\text{m}^3/\text{s}$ 。其中：东干渠长 41.33km，设计流量 $30\sim 3.4\text{m}^3/\text{s}$ ，设计灌溉面积 27 万亩；西干渠长 14.45km，设计流量 $6\sim 3.6\text{m}^3/\text{s}$ ，设计灌溉面积 5 万亩；南干渠长 33.54km，设计流量 $20\sim 3.5\text{m}^3/\text{s}$ ，设计灌溉面积 19.5 万亩。灌区有支渠 20 条，总长 161.73km，设计流量 $3.5\sim 1.0\text{m}^3/\text{s}$ 。



干渠

石门水库是灌区的主要供水水源。同时灌区范围内分布有小型调蓄水库 56 座，陂塘 664 座。加上部分小型塘库、机井、挡水截流设施等，可在插秧、夏灌等用水高峰季节补充水量，共同作为石门灌区灌溉水源。

石门水库于 1969 年动工修建，1973 年建成投入运行，是一座以灌溉为主，结合发电综合利用的大（二）型水利工程。枢纽工程由双

曲砦拱坝、河床电站和东、西干渠放水设施组成，水库最大坝高 88m，总库容 1.098 亿 m^3 。水库设计正常高水位 618m，相应总库容为 1.05 亿 m^3 ，其中死库容 0.443 亿 m^3 ，兴利库容 0.607 亿 m^3 。石门水库流域面积 3861 km^2 ，根据坝址断面 64 年（1935~1998）水文系列资料分析计算，多年平均径流量 12.59 亿 m^3 。2018 年起，随着引红济石工程、跨流域调水年 0.94 亿 m^3 的影响，石门水库年平均径流量减少为 11.69 亿 m^3 。2000—2004 年进行了石门水库除险加固一期工程，2018 年开始至今进行了石门水库除险加固二期工程。本期工程竣工后，基本根除了石门水库病险，大坝加高 2.5m 后，水库最大坝高达到 90.5m，总库容增加至 1.158 亿 m^3 。

目前水库又新增了汉中市中心城区供水功能任务，设计日供水规模 10 万 t/d 。



水库大坝

1.2 光电项目及渠道利用

(1) 指导思想

以“跨界融合、立体开发、效益叠加”为指导，以光伏复合发展渠光互补模式为探索，在不影响渠道正常功能发挥的前提下，充分利用渠道及其建筑物上方空间，实现国土空间资源高效利用与生态和谐共生，创新光伏复合经济增长新模式。

(2) 基本情况

华润电力汉台区 200MW 光电生态综合示范项目拟建厂址位于陕西省汉中市汉台区境内。项目前期通过对汉台区整区进行选址，经业主与政府多次沟通，选址区域涉及坑塘水面、315 国道护坡、干渠、支渠，总面积约 5050.25 亩，项目规划交流侧容量 200MW，项目 25 年平均年发电量为 284376.28MWh，共分为 130 个光伏发电单元，光伏组件所发电力经组串式逆变器接至箱式变电站升压至 35kV 后，以 4 回 35kV 集电线路接入新建 110kV 升压站的 35kV 高压开关柜中，经主变升压至 110kV 后，通过 1 回 110kV 架空线路送出至 330kV 汉中变，110kV 导线型号采用 $2 \times \text{JL/G1A-300/40}$ ，线路长度约 6.5km。最终接入方案以接入系统批复为准。

根据汉台区发改局、水利局、农业农村局、林业局、自然资源局评审通过的《华润电力汉台区 20 万千瓦光电生态综合示范项目土地复合利用方案》，项目涉及地类现有灌溉渠、坑塘和 315 国道护坡等。坑塘涉及武乡镇、汉王镇、宗营镇、徐望镇、老君镇、河东店镇、铺镇、七里街道办等区域，项目已与以上镇办达成土地使用协议，315

国道属于汉台区交通局下属公司已与其签订合作协议。

项目计划于 2025 年 6 月份首期试点实施，结合坑塘注放水时间，于 2025 年 9-10 月份开始建设，315 国道待验收后实施。计划工期 24 个月，如因工程进度和老百姓养鱼时间冲突错开设施工，工期顺延。

（3）渠道利用

根据《华润电力汉台区 20 万千瓦光电生态综合示范项目石门灌区灌排渠架设光伏专项技术实施方案》，华润电力汉台区光电生态综合示范项目灌溉渠建设光伏专项项目拟建厂址位于陕西省汉中市汉台区境内，用地属于汉中市石门水库管理局所管辖石门灌区的南干渠和东干渠及部分支渠。项目利用干渠面积约为 284097m^2 ，利用支渠、王家村排洪沟及群干村西排洪沟部分约为 25359m^2 ，光伏场区总面积约 309456m^2 。项目利用石门渠道位置示意图如下图。

本次只针对上述光电利用项目涉及的石门水库干支渠及其建筑物范围，开展对石门灌溉水体、渠道及其建筑物的影响分析论证。

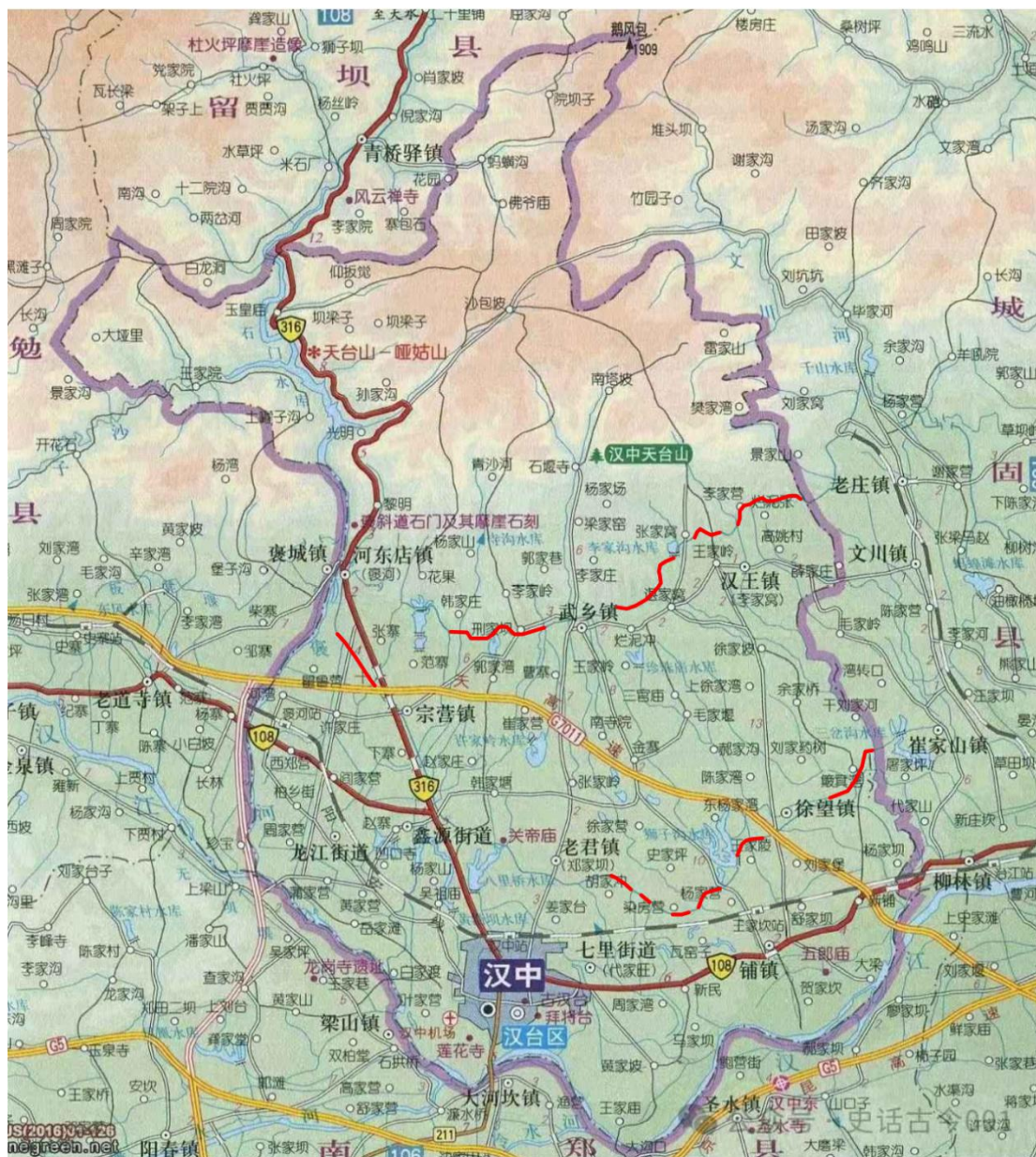


图 1.1 项目利用石门渠道位置示意图

1.3 光电项目渠道及建筑物利用方案

根据《华润电力汉台区 20 万千瓦光电生态综合示范项目石门灌区灌排渠架设光伏专项技术实施方案》，石门灌区灌排渠架设光伏选址区域涉及干渠、干渠填方区南侧护坡、支渠区域。干渠上方部分结构可采用钢架形式，填方区南侧护坡采用固定支架（单桩单立柱）形

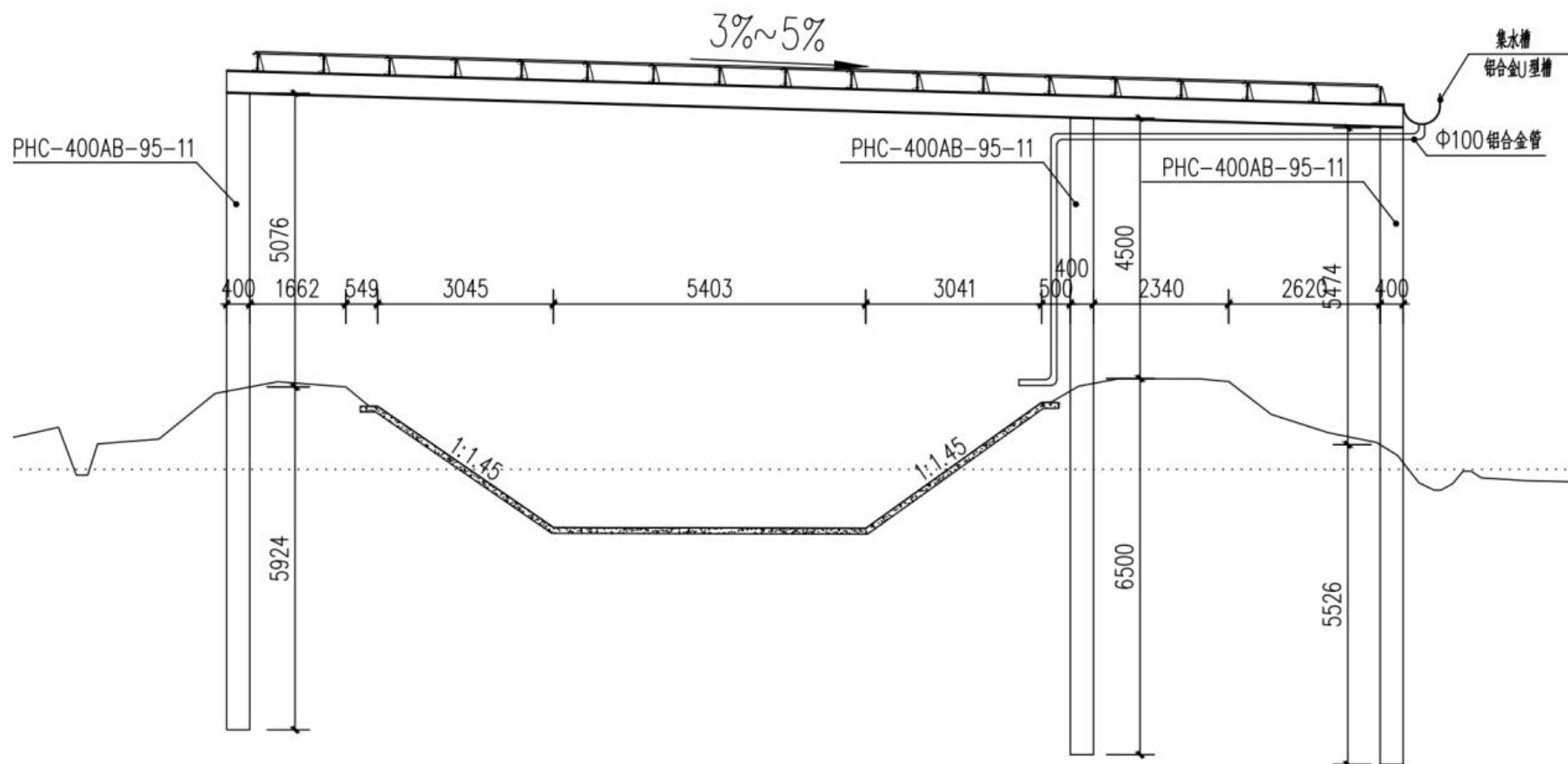
式，支架随坡布置；支渠部分可采用固定支架（双桩双立柱）形式，跨渠布置。

支架由立柱、斜梁、檩条及斜撑（或拉梁）组成。钢架形式的支架斜梁可采用 H 型钢截面，与立柱采用螺栓连接，立柱选用直径为 400mm 的 PHC 预应力管桩，或采用生根于灌注桩或螺旋桩顶部的 H 型钢。填方区随坡布置的光伏支架，立柱采用直径为 300mm 的 PHC 预应力管桩，管桩顶部采用槽钢或者 C 形钢与支架斜梁进行连接。光伏支架设计使用年限为 25 年，安全等级为三级，支架采用热镀锌或镀锌镁铝进行防腐。

光伏组件布置大都沿渠道走向线型布置，且避开了房屋集中区域。根据光伏组件布置图（G1177-P-01），结合渠道型式，实测 22 个断面作为典型断面进行设计，现对其中部分典型设计方案展示如下：

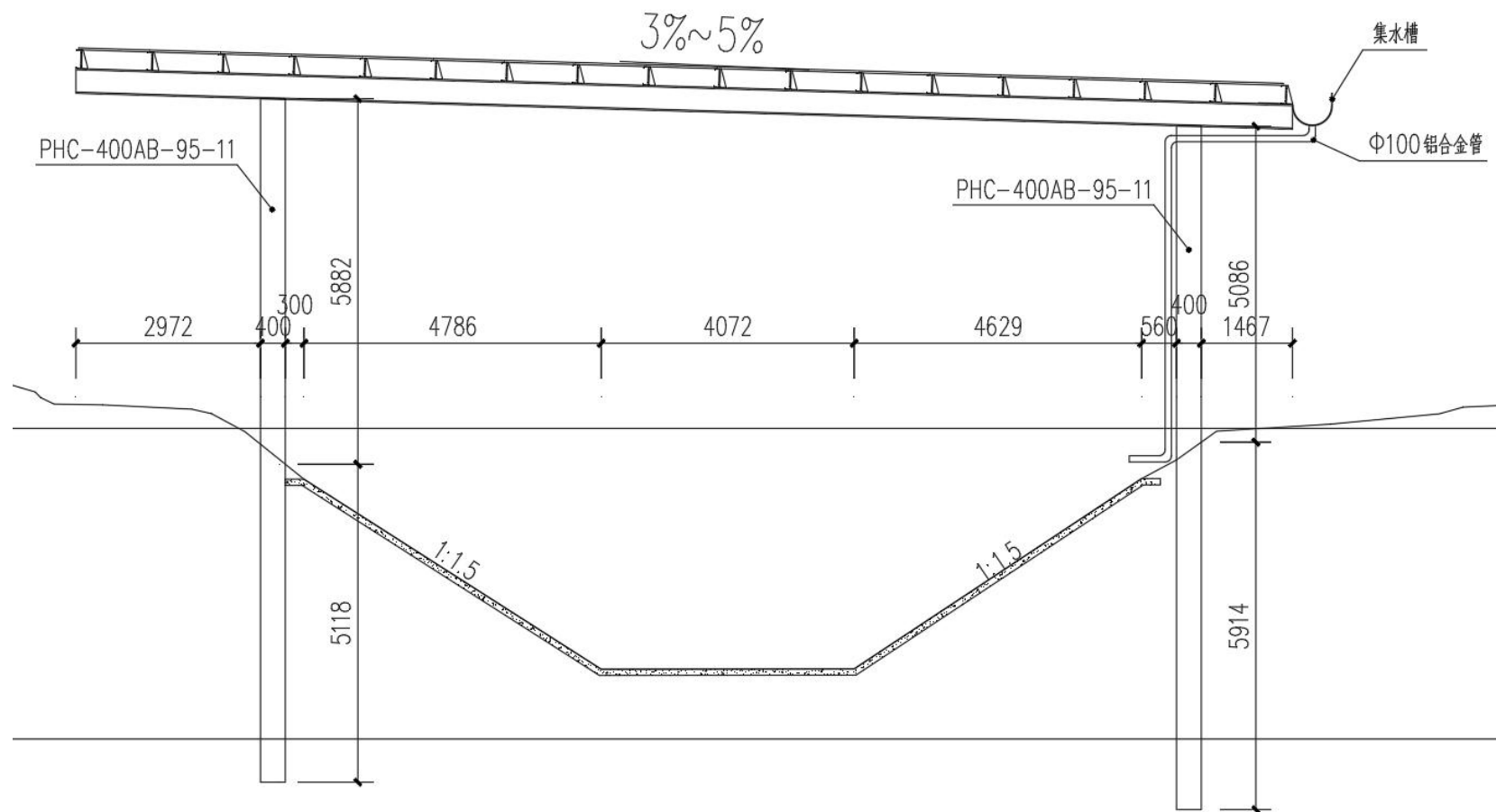
（1）填方渠道：

1-1 断面：典型断面剖切位置在张家寨下游，渠底宽度约为 5.4m，衬砌处宽度约为 11.50 米，坡比约为 1：1.45，土岸超高约为 0.4m。钢架净空为 4.5m，钢梁坡度为 3%~5%，对渠道衬砌范围之外的光伏组件之间的空隙进行封堵，钢架最低侧采用集水槽集水后通过排水管回流到渠道中。适用范围为：南干渠 3+256~4+599、28+678~28+855，东干渠 5+383~5+523、6+271~6+491、6+694~6+744、7+106~7+257、11+446~11+516，架设面积为 29930m²。



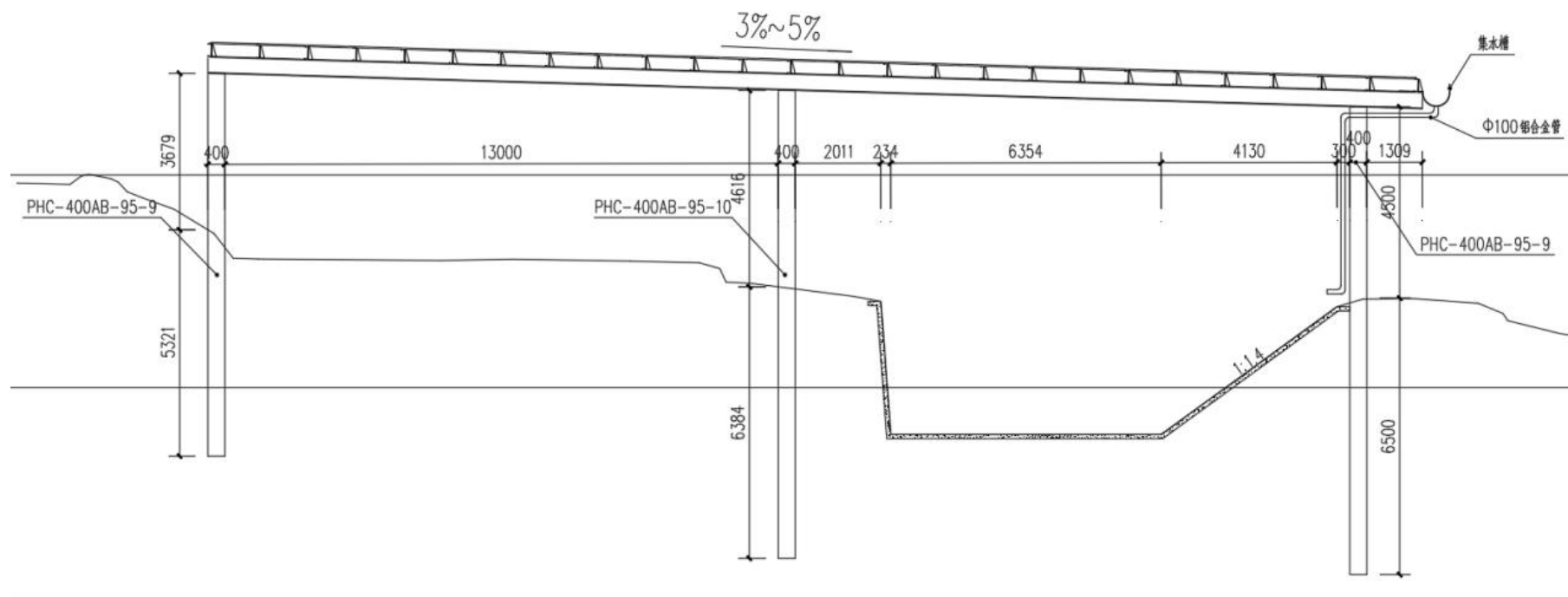
(2) 挖方渠道:

3-3 断面: 典型断面剖切位置在鱼塘沟水库上游, 渠底宽度约为 4.0m, 衬砌处宽度约为 13.50m, 坡比约为 1:1.5, 土岸超高约为 0.8m。钢架净空为 4.5m, 钢梁坡度为 3%~5%, 对渠道衬砌范围之外的光伏组件之间的空隙进行封堵, 钢架最低侧采用集水槽集水后通过排水管回流到渠道中。适用范围为: 南干渠 22+363~23+163、23+755~24+054、24+398~24+440、29+540~29+744, 东干渠 5+261~5+383、6+521~6+694、6+744~6+838、8+102~8+249、9+476~9+549、10+795~10+982、11+516~11+927、14+039~14+106、14+857~14+956、15+495~15+625、16+553~16+617、16+812~16+882、17+344~17+412、18+864~18+978、19+577~19+914、20+215~20+300, 架设面积为 52705m²。



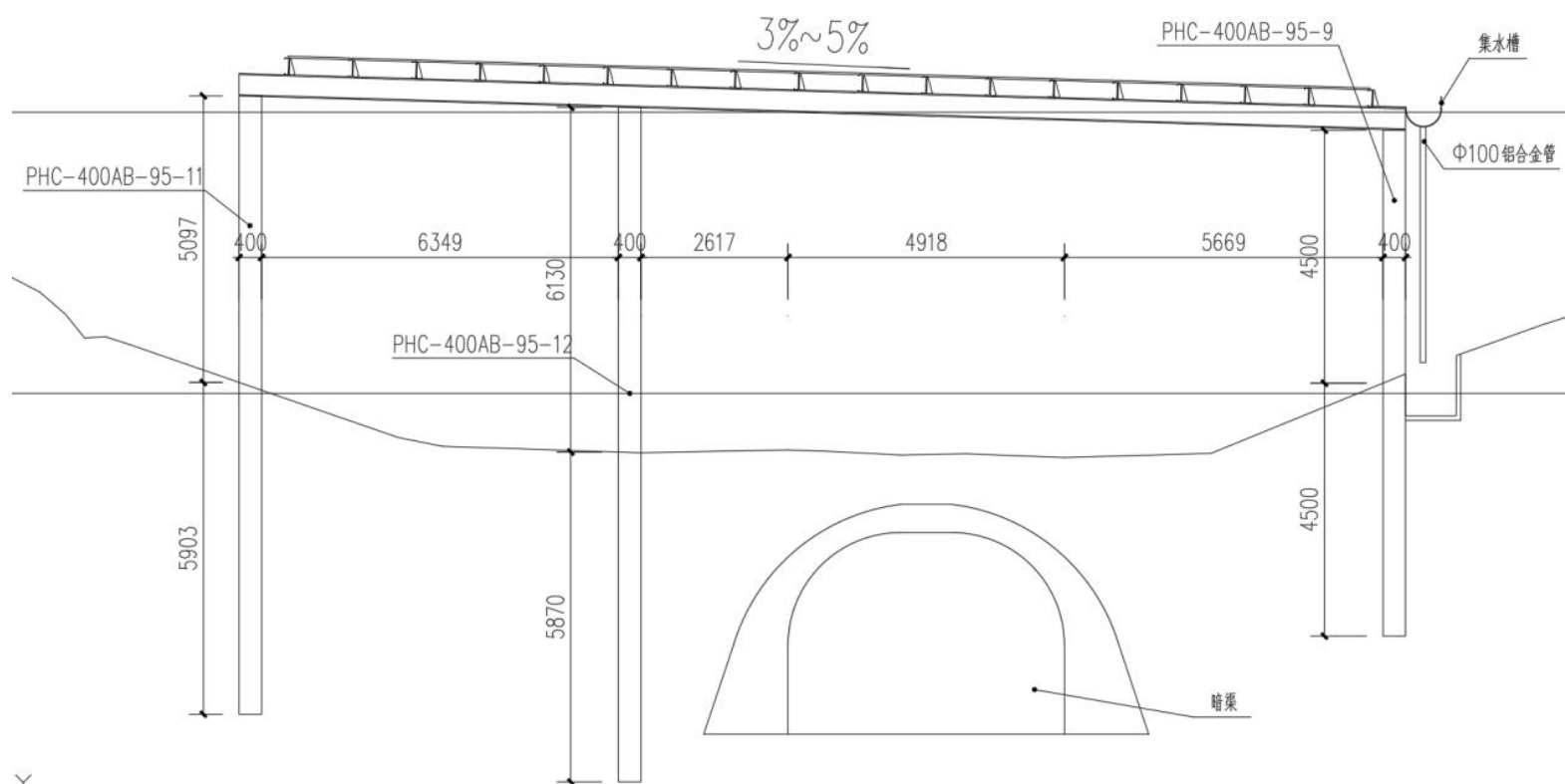
（3）半挖半填渠道：

7-7 断面：典型断面剖切位置在凤家沟东南 349m 处，渠底宽度约为 6.35m，衬砌处宽度约为 10.5m，坡比约为 1：1.4，一侧直立，土岸超高约为 0.15m。钢架净空为 4.5m，钢梁坡度为 3%~5%，对渠道衬砌范围之外的光伏组件之间的空隙进行封堵，钢架最低侧采用集水槽集水后通过排水管回流到渠道中。适用范围为：东干渠 13+346~13+797，架设面积为 6780m²。



(4) 暗渠:

8-8 断面: 典型断面剖切位置在安家窝上游, 钢架宽度为 20.75m。钢架净空为 4.5m, 钢梁坡度为 3%~5%或者采用平铺, 钢架最低侧采用集水槽集水后通过立管排入新修集水沟中。断面 8-8 对的桩号为东干渠 14+956~15+158, 架设面积为 3141m²。



2 论证方法

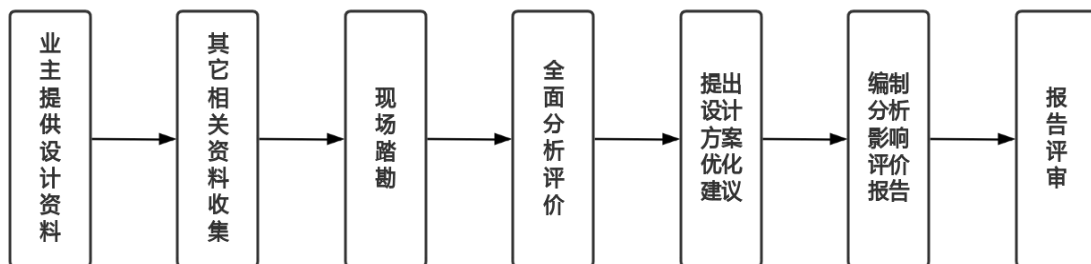
2.1 论证原则

- (1) 优先原则：首先确保渠道及其建筑物功能的正常发挥。
- (2) 服从原则：渠道光电项目应服从于渠道灌溉功能的正常发挥。

2.2 论证内容

利用石门渠道架设光伏设施对灌溉水体、渠道及其建筑物正常维修改造、工程运行、工程安全、堤顶交通等方面的影响。不包括光电设施对周边农田遮阴、交通通行影响分析等内容。

2.3 工作程序



2.4 论证方法

目前无相关规范指南，初步确定以定性分析为主、定量分析为辅，借鉴利用相关文献成果进行初步论证分析，必要时进行实测验证和校正。

2.5 基本资料

2.5.1 法律法规

- (1) 《中华人民共和国水法》；
- (2) 《陕西省水工程管理条例》。

2.5.2 规范规程

- (1) 《自然资源要素支撑产业高质量发展指导目录（2024 年本）》；
- (2) 《防洪标准》GB50201-2014；
- (3) 《灌溉与排水工程设计标准》GB50288-2018；
- (4) 《农田灌溉水质标准》GB5084-2021；
- (5) 《汉中地区实用水文手册》1988 年；
- (6) 《河道管理范围内建设项目技术审查导则》；
- (7) 《大中型灌区标准化规范化管理指导意见》（试行）。

2.5.3 参考资料

- (1) 项目地质勘查成果；
- (2) 项目专项技术实施方案；
- (3) 石门灌区相关资料。

2.6 水平年

现状年为 2024 年，设计水平年为项目建成年 2025 年，运营期 25 年，结束时间 2050 年。

3 论证要求

3.1 基本要求

尽可能全面、准确、客观。

3.2 论证范围

3.2.1 分析范围

光电利用项目涉及的汉台区境内石门灌溉渠道及其建筑物的工程管理区。

3.2.2 影响范围

由于项目位于石门东干渠、南干渠中上段，影响范围可能涉及下游汉台区、城固县两县区农田灌溉面积 46.5 万亩。

4 主要影响因素分析论证

4.1 项目合规性分析

4.1.1 项目用地合规性分析

为深入贯彻党的二十大和二十届二中、三中全会精神，落实国务院有关促进产业结构调整和节约集约的要求，通过推动产业结构调整和优化升级，提高自然资源要素配置与利用效率，促进经济社会高质量发展，2024年12月12日，自然资源部、国家发展和改革委员会、国家林业和草原局结合《产业结构调整指导目录（2024年本）》（国家发展和改革委员会令第7号）和国家有关产业政策、自然资源开发利用政策，制定了《自然资源要素支撑产业高质量发展指导目录（2024年本）》（以下简称《目录》）。

《目录》指出光伏发电项目的光伏方阵在避让耕地、生态保护红线、历史文化保护线、特殊自然景观价值和文化标识区域、国家沙化土地封禁保护区、有原生植被覆盖和土壤结皮的草原、天然林地以及其他不符合条件的林地等前提下，使用未利用地或农用地（河道、湖泊、水库除外），不改变地表形态，可按原地类管理。

4.1.2 利用水工程建设项目的要求

《陕西省水工程管理条例》第十五条，兴建铁路、公路、厂矿、铺设管道等，须挖掘、占用、利用、跨（穿）越水工程的设施的，建设单位应当征求工程管理单位或水工程所有者的意见，经有关部门批准，并与其签订协议后方可施工。修复或改建水工程的费用由建设单

位承担。在施工中造成工程其它损坏的，应当采取补救措施，并赔偿相应的损失。

第十六条，采伐水工程管理范围内的林木，由水工程管理机构决定，采伐水工程保护范围内的林木，应征求水工程管理机构的意见，并分别向林业部门申请批准采伐手续。

第十八条，在水工程保护范围内，禁止爆破、打井、钻探、开矿、采石、取土、挖塘、修坟等危害水工程安全的行为。

第十九条，禁止下列破坏和扰乱水工程管理秩序的行为：

（一）毁损、破坏水工程及其观测、水文、通讯、输变电、照明、道路等附属设施；

（二）毁损、盗窃水工程物资、器材、设备、标志；

（三）侵占水工程管理机构用地、水工程建筑物及设施；

（四）抢水、霸水、偷水；

（五）在堤坝、渠道上垦殖、铲草及滥伐防护林木；

（六）在水工程管理范围内设置有害堤坝安全和影响水工程效能的建筑物；

（七）在水工程的水域内堆放禾秆、倾倒垃圾、土石料；

（八）在水工程的水域内炸鱼、毒鱼；

（九）向水工程的水域内排放不符合水质标准的废水、污水，倾倒废弃物。

4.1.3 结论及建议

本次利用石门灌区灌溉干支渠架设光伏发电项目用地属于灌溉

渠道管理范围内，符合《目录》中鼓励类用地，可按原地类管理。建议项目前期与石门水库管理局明确用地范围，积极办理用地手续。实施过程中严格遵守《陕西省水工程管理条例》，确保项目实施及运营过程均不得影响石门灌区灌溉渠道及渠系建筑物正常功能发挥。

4.2 水温影响分析

灌溉渠道一般包含有明渠、暗渠和各种渠系建筑物。明渠段流动水体受到太阳光线照射，将产生微小温升，有利于下游灌溉的农作物生长。由于部分灌溉明渠上部架设发电光伏板，减弱了太阳光线照射和直射，对原渠道水体微小温升带来影响，有可能对下游灌溉的农作物带来一定影响。

石门灌区主要灌溉的农作物包括水稻、小麦、油菜等。一般每年有夏灌和冬灌两个灌期。夏灌主要为水稻全生育期正常生长提供用水保障，灌溉时段一般在4月至9月。冬灌主要解决小麦、油菜等越冬作物灌溉问题，一般在每年最冷季节进行，对水温的变化和要求不太敏感。而水稻生长对灌溉水温有一定要求，应重点关注研究。

4.2.1 水稻生长对水温的要求

水稻是喜温耐水性作物，水温是水稻正常生长发育所必须的重要条件之一，它与稻田土温和田间小气候、田间杂草和病虫害等都有密切关系。水稻对水温的要求一般在 28°C — 38°C 之间比较合适。水温过高对营养物质的积累不利，同时容易引起病虫害，增加田间杂草；水温过低会使地温降低，肥料不易分解，稻根生长不良，植株矮，发育

迟，谷穗短，产量降低。

由于水稻本身的生理特性，不同发育阶段对水温的要求也不相同。综合目前国内有关的观测试验资料，水稻各生育期对水温的要求见下表。

表 4.1 水稻各生育期对水温的要求

生育阶段	最适水温℃	最低水温℃	最高水温℃
发芽	30-35	10-13	36-42
幼苗	28-32	15	36-40
返青	30-35	18	36-40
分蘖	32-34	19	36-40
孕穗	28-30	18	36-38
抽穗扬花	30	20	32-40
乳熟黄熟	35	20	36-42

4.2.2 光照对水温变化的影响分析

水是热的不良导体，水体中的水温变化主要受热交换的影响，但阳光直接照射能带来水温的微小升高变化，光线会随着水深的增加而减弱，因此，水温影响也会随着深度的增加而递减。

光照可以直接影响水体的温度变化。一方面，光照会增加水体的热量吸收，使水温升高；另一方面，光照还可以促进水体中的生物光合作用，释放出热量，使水温下降。

光照对水体的作用过程中，水分子和氧分子的反应可以产生氧气，也可促进水体中溶解氧的增加，提高水体的氧含量。

4.2.3 灌溉水温对水稻的影响

(1) 水温与水稻发育的关系

①对发根力的影响。稻苗移栽后，若能早发多发新根，则能早成活、早返青。

②对光合作用的影响。过高或过低的水温都对光合作用不利，水温过低影响根系对光合作用原料之一水的吸收；水温过高，呼吸作用增加，大量消耗干物质。

③对吸水吸肥力的影响。水温过低，根系生长受到抑制。水温过高则加速根系成熟降低吸收率。

④对水稻病虫害的影响。水温过高或过低，水稻正常的生理机制将发生障碍，因而抗逆性降低，容易招致各种病虫害。

(2) 水温对水稻产量的影响

水温对水稻生理机能的影响，最终将反映在产量上。据日本吉川氏和近藤赖等的研究表明，随着水温的降低，水稻的生育延迟，株高以及茎秆的伸长不良，因而产量有所降低。

4.2.4 灌溉渠道水温沿程变化

(1) 文献资料分析：有关文献以西南山区升钟水库灌区为例，开展了灌渠水温的沿程变化恢复研究，取得了初步成果。升钟水库灌区位于嘉陵江中游右岸，涉及四川省的南充、广元、遂宁、广安等4个地级市的九个县（市区），总灌溉面积205万亩。右总干渠全长39.57km，支渠和斗渠总长分别为28.6km和56.8km。渠首设计流量 $45\text{ m}^3/\text{s}$ ，对应渠系水深在4.0~5.85m之间，渠系沿程有隧洞、渡槽、暗渠、

明渠等各类水工建筑物。右总干渠渠首与定水分支渠渠首断面相距 24.4 km，观测期内平均增温 0.2°C ，增温率为 $0.8^{\circ}\text{C}/100\text{ km}$ ，沿程总体呈升温趋势，但各监测点位间的温升有一定的差异。与干渠相比，支渠和斗渠渠道流量大幅度减小、过水断面面积较小、水深较浅，单位水体能获得更多的热量，支渠和斗渠整体增温幅度较干渠大，观测期内增温率 $2.6^{\circ}\text{C}/100\text{ km}\sim 8.6^{\circ}\text{C}/100\text{ km}$ 。上述分析研究表明，较大流量的干渠增温率很小，约为 $0.08^{\circ}\text{C}/10\text{ km}$ ，温升微弱。

(2) **石门灌区情况分析：**石门东干渠首设计流量 $30\text{ m}^3/\text{s}$ ，南干渠首设计流量 $25\text{ m}^3/\text{s}$ ，渠道比降一般在 $1/1000\sim 1/2000$ ，光伏利用渠段基本在干渠中上游。根据计算分析，渠道实际流速约在 1 m/s 左右，每公里水体流动历时约 0.3 h ，按照利用长度总和最大的东干渠 10 km （不包括利用的暗渠长度）计算，总计时间约为 3 h 。平均情况，只有 $1/3$ 的白天时间存在光线照射的情况，换算后平均单位水体实际上只有 1 h 光照受到影响。但最不利情况发生在单位水体流动时段位于白天下午，最大影响时长为 3 h 左右。另据汉中气象资料，汉台多年平均日照时数较小，约为 1200 h ，仅占全年总小时数的 13.7% 。综合以上分析，灌溉渠道遮光影响时长有限，水体温升影响微弱。

4.2.5 光伏板利用型式的影响

根据设计单位提供的利用方案，光伏板位于渠道正上方的钢架上，最低净空高度 4.5 m ，渠道顶部线性利用宽度 $10\sim 20\text{ m}$ ，光伏板倾角 16° 左右，单块尺寸 $2382\times 1134\times 30\text{ mm}$ ，板块间隙 2 cm ，钢结构支柱纵向间距 8 m 。

由于下部钢结构全部架空，净空较大，顶部线性利用宽度不大，长度方向一定距离光伏板还要断开以满足石门渠道工程正常维修需要，能够使两侧空气得到正常流动，完成热交换，一定程度上减弱了光伏板对气温的影响。同时根据有关资料，光伏板对太阳能的利用率很低，仅有 25%左右。因此，光伏板架设对渠道水温影响微弱。

4.2.6 结论及建议

目前，渠道上部架设光伏板对水温和作物产量影响尚无相关研究成果和明确结论，但在干渠局部段落架设光伏板后减少了光照对渠道流动水体的直接辐射，表层水温可能会有轻微下降，但综合上述定性分析，影响非常有限，水温应该还是在水稻生长适宜的范围，因此不会对农作物产量带来影响。

4.3 水质影响分析

4.3.1 灌溉水质标准和要求

根据《农田灌溉水质标准》GB5084-2021，农田灌溉水质控制项目分为基本控制项目和选择控制项目。基本控制项目为必测项目，应符合表 1 的规定；选择控制项目由地方生态环境主管部门会同农业农村、水利等主管部门根据农田灌溉用水类型和作物种类要求选择执行，应符合表 2 的规定。

表 1 农田灌溉水质基本控制项目限值

序号	项目类别	作物种类		
		水田作物	旱地作物	蔬菜
1	pH 值	5.5~8.5		
2	水温/℃ ≤	35		
3	悬浮物/（mg/L） ≤	80	100	60 ^a ， 15 ^b
4	五日生化需氧量（BOD ₅ ）/（mg/L） ≤	60	100	40 ^a ， 15 ^b
5	化学需氧量（COD _{Cr} ）/（mg/L） ≤	150	200	100 ^a ， 60 ^b
6	阴离子表面活性剂/（mg/L） ≤	5	8	5
7	氯化物（以Cl ⁻ 计）/（mg/L） ≤	350		
8	硫化物（以S ²⁻ 计）/（mg/L） ≤	1		
9	全盐量/（mg/L） ≤	1000（非盐碱土地区）， 2000（盐碱土地区）		
10	总铅/（mg/L） ≤	0.2		
11	总镉/（mg/L） ≤	0.01		
12	铬（六价）/（mg/L） ≤	0.1		
13	总汞/（mg/L） ≤	0.001		
14	总砷/（mg/L） ≤	0.05	0.1	0.05
15	粪大肠菌群数/（MPN/L） ≤	40000	40000	20000 ^a ， 10000 ^b
16	蛔虫卵数/（个/10L） ≤	20		20 ^a ， 10 ^b
^a 加工、烹调及去皮蔬菜。				
^b 生食类蔬菜、瓜类和草本水果。				

表 2 农田灌溉水质选择控制项目限值

序号	项目类别	作物种类			
		水田作物	旱地作物	蔬菜	
1	氰化物（以 CN ⁻ 计）/（mg/L）	≤	0.5		
2	氟化物（以 F ⁻ 计）/（mg/L）	≤	2（一般地区），3（高氟区）		
3	石油类/（mg/L）	≤	5	10	1
4	挥发酚/（mg/L）	≤	1		
5	总铜/（mg/L）	≤	0.5	1	
6	总锌/（mg/L）	≤	2		
7	总镍/（mg/L）	≤	0.2		
8	硒/（mg/L）	≤	0.02		
9	硼/（mg/L）	≤	1 ^a ，2 ^b ，3 ^c		
10	苯/（mg/L）	≤	2.5		
11	甲苯/（mg/L）	≤	0.7		
12	二甲苯/（mg/L）	≤	0.5		
13	异丙苯/（mg/L）	≤	0.25		
14	苯胺/（mg/L）	≤	0.5		
15	三氯乙醛/（mg/L）	≤	1	0.5	
16	丙烯醛/（mg/L）	≤	0.5		
17	氯苯/（mg/L）	≤	0.3		
18	1,2-二氯苯/（mg/L）	≤	1.0		
19	1,4-二氯苯/（mg/L）	≤	0.4		
20	硝基苯/（mg/L）	≤	2.0		
^a 对硼敏感作物，如黄瓜、豆类、马铃薯、笋瓜、韭菜、洋葱、柑橘等。					
^b 对硼耐受性较强的作物，如小麦、玉米、青椒、小白菜、葱等。					
^c 对硼耐受性强的作物，如水稻、萝卜、油菜、甘蓝等。					

4.3.2 相关文献研究成果

《水上光伏覆盖对明渠水质的影响规律研究》（太阳能学报 第45卷 第7期）以南水北调中线干渠河北段为研究对象建立水动力和水质耦合模型，分析水上光伏带来的太阳短波辐照度折减、水上光伏覆盖位置变化、渠道流量调节对水体水温和水质的影响。得到如下主要结论：

1) 水上光伏项目会改变水面的热量传导过程，主要体现在水面风速降低、接收到的太阳短波辐照度减少两方面。水体吸收的净辐射总量会改变，水下光合有效辐照度降低，影响水中藻类等浮游植物的光合作用。

2) 因太阳短波辐照度折减和风速降低对水温影响的规律相反，当水上光伏透射率小于70%后，水温逐渐开始降低。透射率小于50%后，藻生物量开始减少。随太阳短波辐照度由100%降至1%，藻生物量变化幅度在 $-0.24 \sim 0.013$ mg/L 之间。作为水中氧含量主要来源之一，藻含量下降，使得DO浓度有所降低。同时对水中游离的营养盐的消耗减少，BOD₅、氨氮和磷酸盐浓度有所提升，但整体来看水质仍合格，水质一直优于地表Ⅲ类水标准，能达到目标水质要求。

3) 分析全渠段藻生物量均值得出，上游覆盖对藻类的抑制效果优于交替覆盖、中游覆盖和下游覆盖。而沿程藻生物量削减峰值主要与水上光伏覆盖率和透射率有关，也即主要取决于整体水域接收到的总太阳短波辐照度。

4) 太阳短波辐照度与流速调节对水体藻含量存在联合作用，随

着太阳短波辐照度逐渐降低，流速变化对藻生物量的影响幅度呈先升高后下降趋势。

4.3.3 水质影响分析及结论

以东干渠为例，此次东干渠架设光伏板总长度 10.43km，渠道总长 41.33km，覆盖率 25%左右。而文献中以南水北调中线干渠水上光伏覆盖长度均约占模拟渠段总长的 50%，随太阳短波辐照度由 100% 降至 1%，藻生物量变化幅度在 $-0.24\sim 0.013$ mg/L 之间。作为水中氧含量主要来源之一，藻含量下降，使得 DO 浓度有所降低。同时对水中游离的营养盐的消耗减少，BOD₅、氨氮和磷酸盐浓度有所提升，但整体来看水质仍合格，水质一直优于地表Ⅲ类水标准，能达到目标水质要求。

石门灌区东干渠、南干渠水源均为石门水库，水源水质属地表水Ⅱ类标准，本次渠道架设光伏板位于东干渠、南干渠中上游段，区间无城镇污水和养殖废水排入渠道，对比分析认为，渠道上部架设光伏板后对水质影响甚微，水质能够满足下游农田灌溉水质要求。

4.4 光伏板雨水集中排放影响分析

4.4.1 不同频率暴雨单板降雨水量计算

根据设计单位提供的利用方案，光伏阵列布置在渠道上部、两侧土堤及护坡坡面，光伏板架设在跨渠钢支架上，倾角 16 度左右，单块尺寸 $2382\times 1134\times 30$ mm，板块间隙 2cm。

根据《汉中地区实用水文手册》（以下简称《水文手册》），汉

中地区暴雨分区划分为汉江南Ⅲ₁和汉江北Ⅲ₂区，本次光伏项目位于石门灌区东干渠、南干渠管理范围用地，属汉江北Ⅲ₂区。

(1) 设计暴雨历时：由于本次计算单板降雨水量，集雨面积 2.7m²，分别计算 10、20、60 分钟点雨量。

设计点雨量计算：根据《水文手册》提供的短历时暴雨均值和 C_v 等值线图，分别查得该流域几何中心处年最大各历时面雨量统计参数 H_t、C_v，再以 C_s=3.5C_v，由附表Ⅲ查 K_p 值代入 H_{tp}=H_t×K_p 式，求得各历时不同频率的点暴雨量。计算成果见表 4.2。

$$H_{tp}=H_t \cdot K_p$$

式中：H_{tp}——历时为 t，频率为 P 的点暴雨量（mm）；

H_t—— t 历时的平均暴雨量（mm）；

K_p——频率为 P 的模比系数。

表 4.2 不同频率 10、20、60 分钟点暴雨量计算成果表

T (min)	H _t (mm)	C _v	P (%)	5	10
10	14	0.49	K _p	1.97	1.65
			H _{tp}	27.58	23.10
20	19.5	0.5	K _p	1.99	1.66
			H _{tp}	38.81	32.37
60	29	0.55	K _p	2.10	1.72
			H _{tp}	60.90	49.88

(2) 设计面雨量：由于集雨面积较小，故不进行点面折减，直接采用点暴雨进行后续计算。

(3) 单板降雨水量计算。根据不同频率 10、20、60 分钟点暴雨量计算成果，计算单板（集雨面积 2.7m^2 ）降雨水量成果见表 4.3。

表 4.3 不同频率暴雨单板降雨水量计算成果表

P (%)	单板面积 (m^2)	H_{tp} (mm)			单板降雨水量 Q_m (m^3)		
		10min	20min	60min	10min	20min	60min
5	2.70	27.58	38.81	60.90	0.07	0.10	0.16
10		23.10	32.37	49.88	0.06	0.09	0.13

通过以上计算结果可知：20 年一遇暴雨 10、20、60min 单板降雨水量分别为 0.07、0.10、 0.16m^3 ；10 年一遇暴雨 10、20、60min 单板降雨水量分别为 0.06、0.09、 0.13m^3 。

4.4.2 降雨影响分析及结论

架设光伏的明渠段只有渠内行水断面和部分已硬化的渠堤进行了衬护，而渠内衬砌以上的渠岸超高和大部分渠堤，以及外坡面未衬护。本次在渠道正上方架设光伏板，其中：在渠内衬砌的投影范围内的光伏板间间隙可自由下落排放，不会对渠道衬砌建筑物造成破坏影响；但对渠内衬砌以上的渠岸超高、渠堤顶部（考虑行人通行，无论是否硬化）、填方或挖方段的外坡面应考虑集中排放措施，以减轻雨水对土质地（坡）面的冲刷冲蚀影响，同时应将集中排放的雨水引至渠道或填方坡脚排水沟至填方涵洞。对填方及渠堤顶部应考虑集中排放措施，以减轻雨水对土质地（坡）面的冲刷冲蚀影响，同时应将集中排放的雨水引至渠道或填方坡脚排水沟至填方涵洞。

4.5 渠道工程及其建筑物安全影响分析

根据设计方案，影响渠道工程及其建筑物安全的因素主要有：

（1）光伏支架净空高度：参照《河道管理范围内建设项目技术审查导则》第6章中，桥梁采用立交方式跨越堤防（含规划堤防）时，堤顶净空高度应不小于4.5m。难以满足时，净空高度应不小于2.5m，同时在堤防背水侧设置纵坡不大于3%、净空高度不小于4.5m的防汛通道，以满足河道和防洪工程日常管理维护及防汛交通要求。防汛通道不低于3级公路通车标准，并应完善排水与照明设施。对利用渠堤两侧道路架设光伏设施渠段，支架净空高度应满足防汛应急通道最低净空高度4.5m。

（2）光伏支架基础与渠道衬砌顶部之间的距离：光伏支架基础应与渠道衬砌保持安全距离（不小于20cm），防止施工过程中破坏衬砌结构。一般可选在渠顶外侧设置立柱，如因钢架跨度太大等原因不可避免在渠口设置立柱，可考虑在渠口土渠超高位置设置。同时要防止钢架及光伏板风荷载对立柱及其周边衬砌或压顶产生周期性水平振动破坏。

（3）光伏支架基础施工：方案提出了预制桩基础、灌注桩基础及钢管螺旋桩基础三种不同施工工艺流程，具体施工中结合现场实际情况选择不同施工工艺。预制桩基施工建议尽量采用静压施工，避免采用锤击，可能会对渠道衬砌造成破坏，必要时引桩施工。施工过程中对渠道衬砌及构筑物造成破坏的渠道及时修复，并报渠道管理单位验收。

(4) 桩基施工时段应选定在渠道停水期进行，防止或减轻对渠道及其建筑物的安全影响。

(5) 架设光伏板对渠道及填方坡面结构安全的影响：方案结合勘察报告勘探结果表明，场地未发现滑坡泥石流等其他影响场地稳定性的不良地质作用，光伏阵列区工程建设过程中不存在基坑开挖，并且填方区除了表层约 1m 左右为素填土外，下部均为完成固结的压实填土和粉质粘土，桩入土深度最端为 4.5m，已进入素填土以下，桩对整体土体的稳定性起到有利作用。

4.6 渠道工程建设及正常维修养护影响分析

4.6.1 光伏设施对渠道工程建设的影响分析

石门灌区渠道工程建设主要包括：明渠及渠系建筑物改造工程建设，架设光伏设施对工程施工影响较大，建议光伏阵列布置充分听取石门水库管理局意见，可能在短时期内列入改造计划的渠段暂不施工或推后施工。

4.6.2 光伏设施对渠道正常维修养护的影响分析

石门灌区渠道正常维修养护主要包括：渠道及建筑物清淤、除草日常养护及渠道坏损工程维修，架设光伏设施主要影响施工机械作业，施工机械作业效率降低。

根据设计方案，光伏板位于渠道上部钢支架上，最低净空高度 4.5m，钢结构支柱纵向间距 8m。查阅相关资料，普通中、小型挖掘机最小可以通过的高度和宽度分别是 1.88m 和 1.932m，斗杆长度为

1.66m，理论上能够满足机械进入渠内作业，但光伏阵列连续长度不能太长，否则施工机械进入渠道内部极不方便，建议光伏阵列分段布置，并在合适位置预留清淤口（每隔 150 设 1 个），长度不小于 20m。

4.7 日常运行管理影响分析

本次利用渠道架设光伏发电项目对灌区日常运行管理影响主要体现在以下几个方面：

- （1）日常检查的影响；
- （2）夏灌、冬灌期间渠道巡查的影响；
- （3）日常清淤、除草的影响；
- （4）管理权限及责任的影响等。

综上，利用渠道架设光伏发电项目对灌区日常运行管理的影响主要体现在光伏设施在空间上对日常管理工作造成的不便，建议优化光伏阵列布置方案及光伏设施结构。渠道上部架设光伏支柱纵向间距可大于等于 8m，填方渠道边坡支架高度原则上不小于 2m，满足工作人员日常巡查不低头、不弯腰的要求。

5 论证结论及方案调整完善建议

5.1 分段利用，合理布设

从渠道工程建设、正常维修养护及日常运行管理角度考虑，本次石门灌区渠道架设光伏发电项目需采取分段利用。

（1）建议光伏阵列布置充分听取石门灌区管理局意见，分段布置，并在合适位置预留清淤口（每隔 150m 设 1 个），长度不小于 20m。

（2）光伏阵列布置渠段尽量远离村庄，防止对周围村民产生影响，建议距离村庄最小长度 100m。

（3）光伏阵列投影区域应与石门渠道管理范围线吻合。挖方渠道在两侧管理范围线以内、填方区到在坡脚排水沟以内，渠顶有道路交通需求的渠段应方便群众交通。

（4）对于部分跨度较小的分支渠道，利用成本加大从而不宜利用。

5.2 适当抬高光伏支架高度

为了便于渠道工程建设、正常维修养护及日常运行管理，建议适当抬高光伏支架高度。渠堤利用段，支架净空高度应满足防汛应急通道最低净空高度 4.5m；渠坡利用段，支架净空高度应满足正常工作检查，最低净空高度 2m。

5.3 增设雨水集中排放设施

架设光伏的明渠段只有渠内行水断面和部分已硬化的渠堤进行了衬护，而渠内衬砌以上的渠岸超高和大部分渠堤，以及外坡面未衬护。本次在渠道正上方架设光伏板，其中：在渠内衬砌的投影范围内的光伏板间间隙可自由下落排放，不会对渠道衬砌建筑物造成破坏影响；但对渠内衬砌以上的渠岸超高、渠堤顶部（考虑行人通行，无论是否硬化）、填方或挖方段的外坡面应考虑集中排放措施，以减轻雨水对土质地（坡）面的冲刷冲蚀影响，同时应将集中排放的雨水引至渠道或填方坡脚排水沟至填方涵洞。

5.4 光伏支架立柱位置优化调整建议

渠道顶部钢架立柱在渠顶外侧边缘每侧只设置 1 个，如因钢架跨度太大等原因不可避免在渠口设置立柱，可考虑在渠口土渠衬砌超高位置设置，且两根立柱间距不小于 5m。同时要防止钢架及光伏板风荷载对立柱及其周边衬砌或压顶产生周期性水平振动破坏。光伏支架立柱位置应尽可能远离渠道上口衬砌位置，对于渠道两侧有硬化道路的渠段，立柱设置在路面与渠道上口衬砌之间。

5.5 光伏支架立柱桩基施工建议

建议预制桩基施工建议尽量采用静压施工，避免采用锤击，可能会对渠道衬砌造成破坏，必要时引桩施工。施工过程中对渠道衬砌及构筑物造成破坏的渠道及时修复，并报渠道管理单位验收。

6 综合结论与建议

6.1 综合结论

（1）水温影响：目前，渠道上部架设光伏板对水温和作物产量影响尚无相关研究成果和明确结论，但在干渠局部段落架设光伏板后减少了光照对渠道流动水体的直接辐射，表层水温可能会有轻微下降，但综合报告中的定性分析结论，其影响非常有限，水温应该还是在水稻生长适宜的范围，不会对农作物产量带来影响。

（2）水质影响：对比分析认为渠道架设光伏板对水质影响甚微，完全满足下游农田灌溉水质要求。

（3）光伏板雨水集中排放影响：架设光伏的明渠段只有渠内行水断面和部分已硬化的渠堤进行了衬护，而渠内衬砌以上的渠岸超高和大部分渠堤，以及外坡面未衬护。本次在渠道正上方架设光伏板，其中：在渠内衬砌的投影范围内的光伏板间间隙可自由下落排放，不会对渠道衬砌建筑物造成破坏影响；但对渠内衬砌以上的渠岸超高、渠堤顶部（考虑行人通行，无论是否硬化）、填方或挖方段的外坡面应考虑集中排放措施，以减轻雨水对土质地（坡）面的冲刷冲蚀影响，同时应将集中排放的雨水引至渠道或填方坡脚排水沟至填方涵洞。

（4）渠道工程建设及正常维修养护影响：光伏设施架设后，对渠道和渠系建筑物的改造、加固、维修养护等工程建设的施工影响较大，主要影响是小型以上的施工机械作业。今后，若遇工程建设存在严重影响大、中型机械设备施工时，应对影响范围内的光伏设施进行

临时拆除，事后再重新恢复。

（5）日常运行管理影响：利用渠道架设光伏设施后，对灌区日常运行管理的影响主要体现在光伏设施部分遮挡了日常巡查人员的视线，在空间上对日常巡查管理工作造成的不便。

通过以上分析论证认为，本次利用石门灌区汉台区范围内灌排渠道架设光伏项目对农田灌溉、渠道正常维修改造、日常运行管理和工程安全略有影响，按照《华润电力汉台区 20 万千瓦光电生态综合示范项目石门灌区灌排渠道架设光伏专项实施方案》并认真落实相关措施后可进行避免或减轻。光伏项目建设实施及运营维护中，需光伏建设单位按照严格控制和减轻其对水工程设施安全运行和日常管理的不利影响为总原则，持续优化细部设计和防范措施，在后期运营维护中及时修复不利影响或局部损伤。

6.2 建议意见

（1）光电项目业主单位或经营单位应加强与水利工程管理单位的协商和配合，原则上光电项目的建设和运营应服从于保障灌区农业灌溉为主业。首先，必须确保渠道及其建筑物功能的正常发挥和安全运行；其次，为满足渠道工程建设、正常维修养护及日常运行管理创造有利条件，减轻对灌排渠道设施的不利影响。

（2）关注渠道光电项目对周边农田的影响问题，该问题不属于本次研究论证的范围，但也有可能因此导致部分渠段光电项目无法实施，业主单位华润公司应予以关注。

（3）充分考虑灌区渠道工程建设规划，对即将改造渠段暂不布置光伏阵列或推迟建设。

（4）建议预制桩基施工采用静压施工，尽量避免采用锤击（可能会对渠道衬砌造成破坏），部分区域可考虑引桩施工。施工过程中对渠道衬砌及构筑物造成破坏的渠道及时修复，并报渠道管理单位验收。

（5）在架设光伏区域，对渠内衬砌以上的渠岸超高、渠堤顶部、填方或挖方段的外坡面应考虑集中排放措施，以减轻雨水对土质地（坡）面的冲刷冲蚀影响，同时应将集中排放的雨水引至渠道或填方坡脚排水沟至填方涵洞。

（6）填方坡面设置巡查步道应采取填方设计方案，不得开挖原填方坡面。

（7）项目运营后，应建立健全日常巡查、维修养护、安全生产隐患排查等相关制度，落实日常巡查管护、维修养护等责任和人员，配套信息化监测手段，加强光伏设施和水利工程设施的日常巡查，及时发现问题，并筹措资金尽早安排修复或治理。

附件

- 1.渠道光电项目位置示意图
- 2.《华润电力汉台区 20 万千瓦光电生态示范项目石门灌区灌排渠架设光伏专项技术实施方案》（报告）
- 3.《华润电力汉台区 20 万千瓦光电生态示范项目石门灌区灌排渠架设光伏专项技术实施方案》（图册）
- 4.专家评审主要意见及修改补充说明确认表

参考文献

- 1、《水库低温水对水稻影响的初探》（赵成 云南省水利水电勘测设计研究院，云南 昆明 650021）；
- 2、《升钟水库和灌渠水温观测分析及分层取水效果研究》（张进文¹，邓 云¹，李 永¹，秦 鑫²，脱友才¹，1.四川大学水力学与山区河流开发保护国家重点实验室，成都 610065；2.华能澜沧江水电股份有限公司，昆明 650214）
- 3、《水上光伏覆盖对明渠水质的影响研究规律》（闫琳琳^{1, 2}，练继建^{1, 2}，姚焱¹⁻³，宋芷萱^{1, 2} 1.天津大学水利工程智能建设与运维全国重点实验室，天津 300072；2.天津大学建筑工程学院，天津 300072；3.天津理工大学海洋能源与智能建设研究院，天津 300384）

专家评审主要意见及修改补充说明确认表

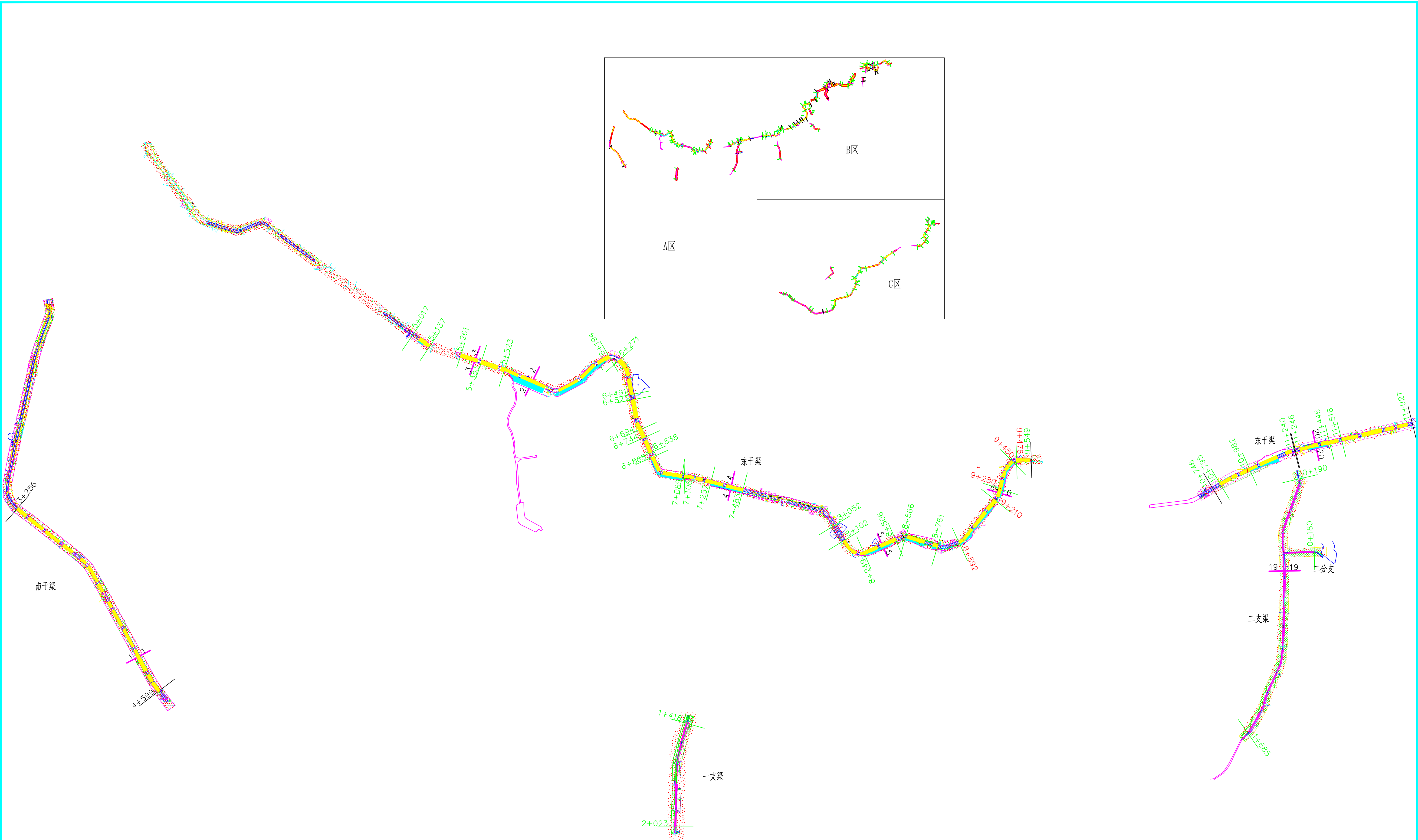
项 目 名 称	《华润电力汉台区20万千瓦光电生态综合示范项目石门灌区灌排渠架设光伏影响评价报告》	日 期	2025. 08
编 写 单 位	汉中市汉江水利水电勘察设计有限公司	编 写 人 员	荀浩
序 号	专家评审组主要意见	修改补充说明	
1	项目建设单位与项目名称与专项方案不一致。	已按专家意见修改。	
2	报告中利用渠道架设光伏布置长度、占地面积装机容量与专项方案不一致。	已修改，和专项方案一致。	
3	简要补充华润电力汉台区20万千瓦光电生态综合示范项目概况，并说明渠道光电建设项目与示范项目的关系	已补充完善。	
4	报告中4.2.5渠道上部光伏板温度变化描述不妥，建议弱化。	已删除该部分描述。	
5	2.5基本资料、2.6文件依据合并，按法律法规及规范性文件、规范规程、参考资料三部分。	已按专家意见修改。	
6	建议要落实建后管护责任，加强光伏设施的日常巡查和维护，及时发现和解决相关隐患，确保工程运行安全。	已按专家意见修改，在第6章建议中补充。	

审查专家：

杨晓伟 黄丽红
马小利 林春红

专家组长：

王军



聚合电力工程设计(北京)股份有限公司			
华润电力汉台区光电生态综合示范项目灌渠建设光伏专项技术方案			设计阶段
工程			土建 专业部分
批 准		各桩号对应水渠典型断面图A区	
审 定			
审 核			
校 核			
设 计			
CAD制图			
日 期	比例	图号	G1177-T-25

