

科罗拉多河上游的水利和区域规划

美国一个平原地区发展规划报道

汉斯—耶尔格·赞德尔

科罗拉多河上游地区位于北美大陆分水岭的西侧，包括亚利桑那州、科罗拉多州、新墨西哥州、犹他州和怀俄明州。

干流地区，除包括科罗拉多外，还有怀俄明州的格林河和大分水盆地以及圣胡安河。圣胡安河流域把犹他州、科罗拉多州、新墨西哥州和亚利桑那州贯通起来。总面积达300000平方公里。

从人口和经济力量来看，这个地区属于美国未充分开发的地区。各州的人口密度是：亚利桑那州6人/每平方公里，科罗拉多州8.2人/每平方公里，新墨西哥州3.2人/每平方公里，犹他州5.0人/每平方公里，怀俄明州1.3人/每平方公里。美国的平均人口达22人/每平方公里。自1960年以后，人口有发展趋势，目前增长率达20%以上，亚利桑那州、科罗拉多州和犹他州尤甚。

科罗拉多区对美国国民经济的突出作用是为美国南部广阔的消耗区提供水资源和能源。仅加利福尼亚州因邻近的科罗拉多河下游可得到53亿立方米水，亚利桑那州得到33.5亿立方米水，内华达获得3.5亿立方米。为了使供水区与用水区相接通，建造了分叉引水管水系和高功率调水高压水管，联结距离达400公里。

本文重点报道依靠经济复兴计划而崛起的科罗拉多河上游地区。自1971年后，美国制定了一个平原地区的综合研究规划，作为制定2020年前区域远景规划的基础。除亚利桑那州、科罗拉多州、新墨西哥

州、犹他州和怀俄明州政府参予此规划的合作外，还有“科罗拉多河上游委员会”以及农业部、国防部、贸易部、内务部、环境保护部、劳动部、交通部、能源部和保健部也参予了合作。

一、科罗拉多河上游的水文情况和水的调节

科罗拉多河上游是半干旱至干旱气候。因而，这里的主要问题是供水的不足和无规律。年均降水量在低地不足15毫米，在山区超过120毫米。河谷地在年降水量25毫米至50毫米的情况下经营农业生产。冬季用水主要靠高处六月前未完全融化而被保留的雪，雪厚达2.5米。

温度的矛盾如同降水一样也是极度困难的。无霜期在2600米以下共有6个月。在地势较高处主要以种植牧草和苜蓿为主，在河谷地分布有各种类型的农业企业体系。

年蒸发率在地势高处为75毫米上下，在河谷和丘陵地为1.5米。年均降水量约达1200亿立方米。其中1000亿立方米以蒸发方式又回到大气，余下的200亿立方米流入河系或地下水。1914年至1965期间，在除去取水量的情况下，从内利、费利水位尺看理论上的平均流量达180亿立方米。上下幅度在1934年的75亿立方米和1917年的445亿立方米之间。约有20%的年径流量产生于四月至七月的融雪期。融雪后，科罗拉多河就降为二级河流。

广阔的地下水盆地夹于岩石心土或冲

积平原中间。地下水与地表水互相流通。在地表径流量高时，地下水含水层充满着水；若地表径流量低时，则地下水含水层过剩的水送到低处流动的河流中。在接近地表的蓄水层下，有一个十分稳定的深层地下水层，它因提取有限的食用水和工业用水时被掘开。

很早以前就鉴定了有关水利方面的合作协定，如1922年的“科罗拉多合作协定”作出规定，每年向科罗拉多上游和下游地区提供90亿立方米定额的水。但是位处上方的科罗拉多州，只有在不缩减下方各州定额水量的条件下，才允许用尽它的定额水量。当然，偶而也允许超出用水定额，但协定要求十年期间总的定额水量不得超过年定额量的十倍，也就是不得超过内利一费利900亿立方米的径流量。

1944年的“墨西哥水资源协定”作出规定，每年要求从墨西哥调水18亿立方米。1948年“科罗拉多下游流域的合作协定”又确定了水量的分配总原则。按照这一原则，优先分配给亚利桑那州每年六千万立方米的水量。再从剩余的水中分给科罗拉多州51.75%，新墨西哥州11.25%，犹他州23%和俄明州14%。

二、科罗拉多上游水利工程的现状

1922年的协定给科罗拉多上游早先的水利事业是带来过好处的。由于科罗拉多河的流量无规律，怀俄明州、科罗拉多州和犹他州当时向下方邻近河流的各州提供协定中规定的水额有困难。这些州得到的仅超过90亿立方米最低值的水量足够用于州的灌溉工程。从1922年以来多年的平均值来看，1922年协定中规定给科罗拉多上游的分配额过高，从实际情况来看，看来70亿立方米还是切实可行的，其中扣除水库的蒸发量，只剩下55亿至65亿立方米。因此，1922年的“科罗拉多协定”在实践中未能执行。

在70年代初期，在科罗拉多上游已完工的大型水库工程有下列几项：

1. 科罗拉多河畔的波威尔水库和高210米的格冷坎龙坝

这个水库的库容达325亿立方米，仅次于科罗拉多下游的米德湖。它储蓄圣胡安河的水。安装的水透平机的功率达900000千瓦。

2. 格林河上游的佛兰明古尔甘水库和高150米的坝

这个水库的库容达45.5亿立方米。安装透平的发电功率高达108000千瓦。

3. 新墨西哥州的圣胡安河上游的纳瓦霍水库和一个高120米的坝

这个水库库容达20亿立方米。它不只是用来发电，还有调节河流的作用。另外，还有大量的水被送到新墨西哥州和科罗拉多州以灌溉大面积的耕地。

4. 科罗拉多州东部冈尼森河畔的布卢梅萨水库以及三个紧挨着的蓄水池。其中最大的一个库容达11亿立方米，可发电600000千瓦。

除此以外，在科罗拉多上游正在修筑或已规划修筑的小型水库共有11项工程，用来灌溉具有区域性作用的新老农田。因此，总的来看发电是占次要的，就其中最大的韦塔纳尔水库发电量仅达100000千瓦。

三、科罗拉多上游各州区域规划的总目标

这个总目标是对规划区自然资源的最佳利用要有一个周祥的考虑，不仅考虑对水的利用，还要顾及农业、工业、矿山和旅游等方面。更重要的一个方面是人口规划问题。至于规划的方向要由下列三条原则来确定：

1. 资源利用的时间性规划和管理。它是地区经济发展的重要补助手段。

2. 对一定范围的资源进行保护和保管，以便保证将来以最好的方式去利用资

源。

3. 为人类造福是一切规划最迫切的决定因素。

为了阐明上述三条原则，再列举下列诸点作补充说明：

一环境保护应在远景规划中占首要地位。

一海洋的利用问题在这里只是泛泛而言，对它的利用应作为原料的来源而纳入规划。至于海水的利用，对科罗拉多上游来说，由于相距太远和其他地区相流通，是行不通的。

一经济核算应放在首位。规划是依据主管规划人员的重大决定而制定的。

四、迄至2020年的人口发展和规划要求

根据水文的划分情况，规划区可分为下列几个区：

一格林河区

一科罗拉多上游的干流区，即上迈因斯坦姆区

一圣胡安—科罗拉多区

至2020年科罗拉多上游人口发展的远景规划列表如下

表 1 至2020年科罗拉多上游的人口预测

地 区 和 州	1965	1980	2000	2020	1965—2020 %
格林河地区	100579	107100	124400	151200	+ 50.3
科罗拉多上游干流区	136725	142900	171400	204200	+ 49.0
圣胡安—科罗拉多区	128725	176200	241900	324800	+ 152.0
总 计	366029	426200	537700	680200	+ 85.2
亚利桑那州	29100	41700	52300	64300	+ 120.9
科罗拉多州	186450	205400	252800	313900	+ 68.3
新墨西哥州	46600	65000	95000	125000	+ 168.2
犹 他 州	65100	74500	94100	124100	+ 90.6
怀 明 俄 州	38779	39600	43500	52900	+ 36.4
总 计	366029	426200	537700	680200	+ 85.8

根据人口预测，至2020年将达700000人，几乎相当于现有人口的一倍。根据人口的预测，对供应能力和基础结构的发展作出规划，如表2的农业生产发展的预测。

整个科罗拉多上游地区规划要求采取防洪和调节河流的措施。1965年，由土壤侵蚀、水灾、淤泥和火灾造成的损失总计八千七百万美元。其中最主要的损失是河流附近的土壤侵蚀，受灾面积共达120000平方公里。若不采取防止措施，估计到2020年的年均损失将增加到两万五千六百万美元。为了采取必要的调节水量措施，

修建了蓄水池、加固河岸设施和泄水渠等。

在水利工程中，扩大排灌设施具有重要的作用。为了完成农业增产的计划，需要再扩大2023平方公里的灌溉地。另有3700公里的灌溉地需改进灌溉设施，大约有2428平方公里的灌溉地需要再增加灌溉量。为了保证灌溉设施的作用，需要相应的排水设施。

能源需要，估计至2000年将到达1980年的三倍，但不再发展水电站。能源的增长率只依靠增建火电站。所得能源的80%向外输出供应太平洋的西北部、大盆

表2 至2020年农业生产发展的预测

农产品	单 位	1965	1980	2000	2020	1965—2020 %
牛肉	百万公斤	93.3	127.0	169.0	221.8	+ 137.7
羊羔肉和羊肉	百万公斤	39.5	41.5	55.0	72.0	+ 82.2
羊毛	百万公斤	5.6	5.9	7.8	10.2	+ 82.0
牛奶	百万公斤	86.7	156.0	204.1	263.5	+ 203.9
鸡蛋	百万	36.0	43.5	57.1	74.3	+ 106.0
大麦	1000吨	26.4	54.5	93.2	132.5	+ 401.0
小麦	1000吨	126.0	185.7	208.5	241.7	+ 91.8
甜菜	1000吨	172.5	361.0	565.0	825.0	+ 378.7
马铃薯	1000吨	20.5	23.5	28.0	32.5	+ 60.9
干草	1000吨	1168.1	1418.3	1750.9	2084.4	+ 78.5
青饲料	1000吨	490.1	610.0	882.0	1242.8	+ 153.6
木材	百万立方米	1.4	4.77	7.98	9.5	+ 578.0

地、加利福尼亚南部、科罗拉多下游盆地和东部岩石山区。

科罗拉多上游规划区拥有丰富的地下矿藏，石油储量估算达 3 亿吨；可靠的有 1 亿吨。天然气有 29000 亿立方米，其中 2800 亿立方米是可靠的。煤的储量应有 1410 亿吨。大约有一半是值得开采的。值得一提的矿床包括下列一些矿物：

铀	20万吨
钒	24万吨
铅	150万吨
磷酸盐	585万吨
黄铁矿（含硫50%）	几百万吨
锌	250万吨
银	5 亿 5 千 5 百万盎司
铁矿（含铁65%）	5 百万吨
钾碱	2 亿 6 千吨

当然，对2020年采矿的发展情况的估算不可能十分精确。从科罗拉多规划局的预测看，煤和铀的开采量在2000年后有发展的趋势；石油和天然气的开采2000年后

会有所下降。另一些矿物，由于在下个世纪越来越耗尽将失去在规划区开采的意义。

五、总规划的几个方案

科罗拉多上游的主要问题是早已预测并已发现的缺水问题。科罗拉多河流协定、墨西哥水资源协定和科罗拉多下游流域协定中规定的配水额、使用特权和其他一些决定都暴露出以提高科罗拉多区生产能力为目标的总规划的严重局限性。因此，目前科罗拉多区邻近各州对总规划进行公开和内部的讨论，并制定了三个对照方案：

第一方案，发展基础为80亿立方米水

第二方案，发展基础为 100 亿立方米水

第三方案，发展基础为 116 亿立方米水

这三个方案是根据不同的供水和水的的目的制定出来的。如第一方案是根据每年80亿立方米的取水额制定的。

到1980年科罗拉多州的灌溉用水量较少，但是工业用水的比重有所增加，因为要向兴起的油页岩工业提供用水。另外，

还计划建造两座石油化工厂，连同上述油页岩工业总需用水1200亿立方米以上。怀俄明州、犹他州、新墨西哥州也制定了类似的若干方案。

第二方案是根据100亿立方米的取水
量制定的。水量计算数值较高的原因是由于科罗拉多上游干流的蓄水池的蒸发量是按照理论来计算的。根据科罗拉多下游的协定，毗邻各州的取水比例同样适用于2020年。

第三方案是根据116亿立方米的取水
量制定的。它不仅包括蒸发量的这一部分，还包括地方直接调用大约几百万立方米的这一部分水量。

科罗拉多州声称至2020年需水量将大大增加，包括下列一些用水量：

八千五百万立方米用来发展灌溉，主要在科罗拉多上游的干流地区；还有一千四百万立方米的水量调往岩石山区的奥斯特法尔。

新墨西哥州的调水量应增加到二千八百万立方米，用于开发能源、灌溉耕地和调往里欧—格朗德盆地。

2001年至2020年，犹他州计划调用二亿五千多万立方米用于灌溉，每年调往大盆地的水量达一亿二千五百万立方米，进行碳酸化合物作用每年需要二千八百万立方米。

六、方案的比较和结论

把总规划的不同目标和几个方案，同1965年的现状作一对照，并以表3概要说明。

表3 科罗拉多上游的水利规划（单位：10亿立方米）

径流量 (1914—1965)	1965年 18.3	2020年总规划 18.3	2020年的80亿立 方米水量的方案 18.3	2020年100亿立 方米水量的方案 18.3	2020年116亿立 方米水量的方案 18.3
取水量					
用于能源经济 等不同用途	0.16	1.16	1.4	2.0	2.3
其中能源经济	0.028	0.77	0.75	0.88	0.9
矿山和矿物加工	0.041	0.065	0.28	0.68	0.9
用于灌溉	2.6	4.0	4.0	4.5	5.0
向外调出的水	0.6	2.0	1.8	2.7	3.4
流入的水	- 0.003	- 0.003	- 0.003	- 0.003	- 0.003
取水总量	4.2	8.0	8.0	10.0	11.6
径流量	14.4	10.3	10.3	8.3	6.7

科罗拉多上游的总规划依赖于水利发展的可能性。所有方案都是从天然流入量为180亿立方米这一基点出发的。这个数值是1914—1965年多年的平均值。取水量的增加决定于改进取水的方法，气候影响，特别是降水情况。从现在来看，流入的水量可能从12亿增加到24亿立方米。如果实

施第二方案和第三方案，径流量将大大减少，致使科罗拉多下游的水量达不到协定中规定的90亿立方米的最低值，为此，必须寻求增加流入量的新途径。

少桦节译自西德《Zeitschrift für Wirtschaftsgeographie》，1978年，第1期